

ULL

Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

**Diseño y cálculo de un sistema de clasificación
automático mediante sistemas neumáticos**

Titulación: **Grado en Ingeniería Mecánica**

Autores: **Iván Hernández Jacinto y Arístides Hernández Pérez**

Tutor: **Alejandro Félix Molowny López-Peñalver**

Septiembre 2015

The logo of the University of La Laguna (ULL) consists of the letters 'ULL' in a stylized, purple, sans-serif font. The 'U' is a single continuous shape, while the 'L's are composed of two vertical bars. A horizontal line is positioned below the letters.

Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

ÍNDICE GENERAL

**Diseño y cálculo de un sistema de clasificación
automático mediante sistemas neumáticos**

Titulación: **Grado en Ingeniería Mecánica**

Autores: **Iván Hernández Jacinto y Arístides Hernández Pérez**

Tutor: **Alejandro Félix Molowny López-Peñalver**

Septiembre 2015

MEMORIA

0. HOJA DE IDENTIFICACIÓN	1
1. OBJETIVOS	2
2. ALCANCE	3
3. ANTECEDENTES	4
3.1. Justificación y emplazamiento	4
3.2. Actividad que realiza la planta.....	4
3.2.1. Recepción y almacenamiento.....	5
3.2.2. Pre tratamiento	6
3.2.3. Selección de materiales	9
3.2.4. Controles de calidad, adecuación de materiales seleccionados y gestión del rechazo.	10
3.3. Reciclaje en España	12
3.4. Automatización de plantas.....	13
4. NORMAS Y REFERENCIAS.....	16
4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	16

4.2. Bibliografía.....	17
4.3. Programas de cálculo.....	17
4.4. Páginas web consultadas	18
5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	20
6. REQUISITOS DE DISEÑO	21
6.1. Funcionamiento de la máquina.....	21
6.1.1. Introducción.....	21
6.1.2. Pretratamiento necesario.....	22
6.1.3. Tecnología NIR	22
6.1.4. Limitaciones de la tecnología NIR	24
6.1.5. Tecnología VIS.....	26
6.2. Plásticos a seleccionar	26
6.2.1. Descripción de los plásticos seleccionados	29
6.3. Requisitos estructurales.....	31
6.4. Requisitos eléctricos.....	31
6.5. Requisitos de posición.....	32

7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES	34
7.1. Alternativas propuestas.....	34
7.2. Comparación de las alternativas	35
7.3. Alternativa escogida	37
7.4. Funcionamiento de la planta	38
8. RESULTADOS FINALES.....	40
8.1. Instalación.....	40
8.2. Sistema de alimentación ininterrumpido (SAI)	42
8.3. Cintas	44
8.3.1. Cinta vibratoria.....	44
8.3.2. Cintas transportadoras	45
8.4. Pellenc Mistral	48
8.5. Escaleras	49
8.5.1. Placa de anclaje	50
8.5.2. Perfil estructural HEB 180	50
8.5.3. Perfiles laminados UPN 140	52

8.5.4. Perfil estructural IPE 100	53
8.5.5. Rejilla metálica escalera	54
8.5.6. Anclaje guía-base inferior.....	56
8.5.7. Anclaje guía-base superior	57
8.5.8. Perfil ISO 40 x 40 x 2,6.....	58
8.5.9. Perfil ISO 30 x 30 x 2.....	61
8.5.10. Escalón.....	62
8.5.11. Rodapiés	63
8.5.12. Ensamblaje escalera.....	65
8.6. Soportes de las máquinas	66
8.6.1. Placa de anclaje.....	67
8.6.2. Perfil estructural HEB 180.....	67
8.6.3. Perfil estructural IPE 220	69
8.6.4. Rejillas soportes.....	71
8.6.5. Perfil ISO 40 x 40 x 2,6.....	73
8.6.6. Escalón soporte superior al inferior.....	75

8.6.7. Ensamblaje soportes de las máquinas	76
8.7. Trojes	76
8.7.1. Placa de anclaje	77
8.7.2. Perfil laminado ISO 60 x 60 x 5.....	77
8.7.3. Chapa de acero	78
8.7.4. Guías para cintas transportadoras:	79
8.7.5. Conductos para plásticos seleccionados en la segunda máquina	80
8.7.6. Perfiles L 20 x 20 x 3	81
8.7.7. Conductos para el plástico seleccionado en la primera máquina.....	82
8.7.8. Ensamblaje soportes de las máquinas, escaleras y trojes.....	83
8.8. Material	84
8.9. Uniones atornilladas	85
8.9.1. Anclaje base inferior-guía escalera	86
8.9.2. Anclaje base inferior-soporte descanso.....	87
8.9.3. Anclaje escalón-guía	88
8.10. Placas de anclaje	88

8.10.1. Placa de anclaje escalera.....	88
8.10.2. Placa de anclaje soportes	89
8.10.3. Placa de anclaje trojes de almacenamiento.....	90
8.11. Uniones soldadas.....	90
8.11.1. Estructura escaleras	92
8.11.2. Soporte superior.....	97
8.11.3. Soporte inferior.....	101
9. ADECUACIÓN DEL DISEÑO.....	107
9.1. Barandillas.....	107
9.2. Escaleras.....	108
9.3. Rejilla metálica.....	109
10. ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS	113

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de la nave industrial en Terrassa.....	4
Figura 2. Pala recogiendo residuos para ser posteriormente procesados. Fuente: Ecoembes	6
Figura 3. Residuos siendo descargados en las cintas transportadoras. Fuente: Ecoembes	7
Figura 4. Tromel de clasificación. Fuente: Ecoembes	8
Figura 5. Separados balístico. Fuente: Ecoembes	8
Figura 6. Triage manual. Fuente: Ecoembes	10
Figura 7. Trojes de almacenamiento de productos procesados. Fuente: Ecoembes	11
Figura 8. Balas de productos procesados. Fuente: Ecoembes	12
Figura 9. Contenedores en los que se depositan los diferentes tipos de plásticos y envases. Fuente: www.hoy.es	12
Figura 10. Planta de tratamiento de residuos en Logroño. Fuente: http://leblan.com	13
Figura 11. Localización de las plantas de selección de envases ligeros. Fuente: Ecoembes	14
Figura 12. Evolución de la automatización en plantas de selección. Fuente: Ecoembes .	14
Figura 13. Evolución de la efectividad de las plantas de selección. Fuente: Ecoembes ...	15

Figura 14. Longitudes de onda correspondientes a cada espectro. Fuente: Ecoembes ...	23
Figura 15. Comparación de la imagen de los plásticos con su detección en el espectro infrarrojo por los sensores NIR de la máquina. Fuente: LLA Instruments GmbH.....	25
Figura 16. Ranking europeo de reciclado. Fuente: PlasticsEurope	27
Figura 17. Índice de reciclado de envases plásticos en España. Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente	27
Figura 18. Total de plástico reciclado a lo largo de los últimos años en España. Fuente: Informes Anuales Cicloplast 2013	28
Figura 19. Consumo de plásticos en España. Fuente: Informe Cicloplast 2013	28
Figura 20. Residuos plásticos en España. Fuente: Informe Cicloplast 2013	29
Figura 21. Símbolo Tereftalato de polietileno (PET). Fuente: Ecoembes.....	30
Figura 22. Símbolo Polietileno de Alta Densidad (HDPE). Fuente: Ecoembes.....	30
Figura 23. Símbolo Polietileno de Baja Densidad (HDPE). Fuente: Ecoembes	31
Figura 24. Ubicación del conducto que redirigirá el PET hacia su troje.....	33
Figura 25. Máquina separadora de plásticos Titech Autosort. Fuente: Titech.....	34
Figura 26. Máquina separadora de plásticos Pellenc Mistral. Fuente: Pellenc	35
Figura 27. Esquema de funcionamiento del espejo poligonal de escaneo de la máquina Autosort. Fuente: TITECH.....	36

Figura 28. Esquema de funcionamiento de la máquina Mistral. Fuente: Pellenc.....	37
Figura 29. Máquina Pellenc Mistral. Fuente: Pellenc.....	37
Figura 30. Liebert PSI-XR 2200RT3-230 seleccionado. Fuente: Liebert.....	43
Figura 31. Diferentes conexiones del SAI Liebert PSI-XR 2200RT3-230. Fuente: Liebert	43
Figura 32. Cinta vibratoria Vecoplan. Fuente: Vecoplan.....	45
Figura 33. Distintas configuraciones del motor en las cintas transportadoras. Fuente: Camprodón	46
Figura 34. Detalle patas fijas para las cintas transportadoras. Fuente: Camprodón.....	47
Figura 35. Cintas transportadoras bajo los trojes. Fuente: Stadler	48
Figura 36. Pellenc Mistral en funcionamiento. Fuente: Pellenc.....	49
Figura 37. Placa de anclaje de las estructuras de las escaleras	50
Figura 38. Perfil estructural HEB 180.....	51
Figura 39. Perfil laminado UPN 140	52
Figura 40. Guía lateral de las escaleras	53
Figura 41. Perfiles IPE 100 utilizados en los descansos de las escaleras	54
Figura 42. Rejilla metálica utilizada en los descansos de las escaleras.....	55

Figura 43. Anclaje guía-base inferior.....	57
Figura 44. Anclaje guía-base superior	57
Figura 45. Perfil ISO 40 x 40 x 2,6.....	58
Figura 46. Baranda del primer y segundo descanso formada con perfiles ISO 40 x 40 x 2,6.....	59
Figura 47. Baranda del tercer descanso formada por perfiles ISO 40 x 40 x 2,6.....	60
Figura 48. Baranda del cuarto descanso formada por perfiles ISO 40 x 40 x 2,6.....	61
Figura 49. Baranda de las escaleras formada por perfiles ISO 30 x 30 x 2.....	62
Figura 50. Escalón.....	63
Figura 51. Rodapiés del primer y segundo descanso	64
Figura 52. Rodapiés del tercer descanso	64
Figura 53. Rodapiés del cuarto descanso	65
Figura 54. Ensamblaje de la escalera de servicio.....	66
Figura 55. Placas de anclaje de los soportes de las máquinas.....	67
Figura 56. Perfil estructural HEB 180	68
Figura 57. Perfil estructural IPE 220	69

Figura 58. Soporte superior de las máquinas	70
Figura 59. Soporte inferior de las máquinas.....	71
Figura 60. Rejilla metálica del soporte superior.....	72
Figura 61. Rejilla metálica del soporte inferior	73
Figura 62. Baranda soporte superior realizada con perfiles ISO 40 x 40 x 2,6	74
Figura 63. Baranda soporte inferior realizada con perfiles ISO 40 x 40 x 2,6.....	75
Figura 64. Escalón de acceso entre el soporte superior y el inferior.....	75
Figura 65. Ensamblaje de los soportes y las escaleras de servicio	76
Figura 66. Placa de anclaje de la estructura de los trojes.....	77
Figura 67. Perfil laminado ISO 60 x 60 x 5	78
Figura 68. Chapa de acero de 2mm de espesor.....	79
Figura 69. Guías para las cintas transportadoras	80
Figura 70. Conductos para plásticos seleccionados en la segunda máquina.....	81
Figura 71. Perfil L 20 x 20 x 3	82
Figura 72. Conducto para el plástico seleccionado en la primera máquina	83
Figura 73. Ensamblaje de los soportes de las máquinas, las escaleras y los trojes.....	84

Figura 74. Tornillos de acero A2-70	86
Figura 75. Anclaje base inferior-guía escalera	87
Figura 76. Anclaje base inferior-soporte descanso	87
Figura 77. Anclaje escalón-guía	88
Figura 78. Placa de anclaje escalera	89
Figura 79. Placa de anclaje soportes	90
Figura 80. Soldeo por arco SMAW	91
Figura 81. Estructura escalera inferior	92
Figura 82. Estructura escalera superior	93
Figura 83. Unión tipo 1 escaleras. Pernos-placa de anclaje-pilar	94
Figura 84. Unión tipo 2 escaleras. Viga-pilar-viga	95
Figura 85. Unión tipo 3 escaleras. Viga-pilar-viga	95
Figura 86. Unión tipo 4 escaleras. Viga-pilar-viga	96
Figura 87. Unión tipo 5 escaleras. Viga-pilar-viga	97
Figura 88. Soporte superior	97
Figura 89. Unión tipo 1 soporte superior. Perno-placa de anclaje-pilar	98

Figura 90. Unión tipo 2 soporte superior. Viga-pilar-viga	99
Figura 91. Unión tipo 3 soporte superior. Viga-pilar-viga	100
Figura 92. Unión tipo 4 soporte superior. Viga-viga	100
Figura 93. Unión tipo 5 soporte superior. Pilar-viga	101
Figura 94. Soporte inferior	102
Figura 95. Unión tipo 1 soporte inferior. Perno-placa de anclaje-pilar	103
Figura 96. Unión tipo 2 soporte inferior. Viga-viga	104
Figura 97. Unión tipo 3 soporte inferior. Viga-pilar-viga.....	105
Figura 98. Unión tipo 4 soporte inferior. Viga-pilar-viga.....	106
Figura 99. Unión tipo 5 soporte inferior. Viga-pilar-viga.....	106

ANEXO I: Cálculo y análisis

1. DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO DE CÁLCULO Y ANÁLISIS	1
2. CÁLCULO DE DISTANCIA ENTRE MÁQUINAS.....	2
3. PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LOS COMPONENTES ESTRUCTURALES.....	4
3.1. Resistencia de las secciones a tracción.....	4
3.2. Resistencia de las secciones a corte	4
3.3. Resistencia de las secciones a compresión.....	5
3.4. Resistencia de las secciones a flexión	5
3.5. Resistencia a torsión.....	5
3.6. Flexión compuesta sin cortante	6
3.7. Flexión y cortante.....	6
3.8. Resistencia a pandeo	6
3.9. Pandeo lateral	8
3.10. Abolladura por cortante de alma	9
3.11. Abolladura del alma inducida por el alma comprimida	10

4. ANÁLISIS SOPORTE INFERIOR	11
4.1. Geometría.....	12
4.1.1. Nudos	12
4.1.2. Barras	13
4.2. Cargas	15
4.3. Desplazamientos	17
4.4. Reacciones	18
4.5. Esfuerzos.....	20
4.6. Resistencia	30
4.7. Flechas	32
4.8. Tabla resumen de comprobaciones E.L.U.	34
5. ANÁLISIS SOPORTE SUPERIOR	39
5.1. Geometría.....	40
5.1.1. Nudos	40
5.1.2. Barras	41
5.2. Cargas	43

5.3. Desplazamientos.....	47
5.4. Reacciones.....	48
5.5. Esfuerzos	50
5.6. Resistencia.....	62
5.7. Flechas.....	64
5.8. Tabla resumen de comprobaciones E.L.U.....	66
6. ANÁLISIS ESTRUCTURA INFERIOR ESCALERAS	71
6.1. Geometría	72
6.1.1. Nudos.....	72
6.1.2. Barras.....	73
6.2. Cargas.....	75
6.3. Desplazamientos.....	77
6.4. Reacciones.....	78
6.5. Esfuerzos	80
6.6. Resistencia.....	87
6.7. Flechas.....	89

6.8. Tabla resumen de comprobaciones E.L.U.	90
7. ANÁLISIS ESTRUCTURA ESCALERAS SUPERIOR.....	95
7.1. Geometría.....	96
7.1.1. Nudos	96
7.1.2. Barras	97
7.2. Cargas	99
7.3. Desplazamientos	101
7.4. Reacciones	102
7.5. Esfuerzos.....	104
7.6. Resistencia	110
7.7. Flechas	112
7.8. Tabla resumen de comprobaciones E.L.U.	114
8. ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS.....	119
8.1. Análisis escaleras	119
8.1.1. Definición de cargas.....	119
8.1.2. Definición de fijaciones	120

8.1.3. Definición de la geometría y malla.....	122
8.1.4. Resultados del estudio	124
8.1.5. Conclusiones.....	127
9. CÁLCULO DE TORNILLOS	129
9.1. Cálculo de pernos guías-anclaje de métrica 12	129
9.2. Cálculo de pernos de soporte de métrica 20.....	133
9.3. Cálculo de pernos de los escalones de métrica 8.....	137
10. CÁLCULO DE PERNOS DE ANCLAJE	142
10.1. Procedimiento para el cálculo de los pernos de anclaje	142
10.1.1. Hormigón sobre el que apoya la placa.....	142
10.1.2. Pernos de anclaje	142
10.1.3. Placa de anclaje.....	143
10.2. Pernos de anclaje estructura del soporte inferior.....	143
10.2.1. Detalle.....	143
10.2.2. Descripción de los componentes de la unión.....	144
10.2.3. Comprobación.....	145

10.3. Pernos de anclaje estructura del soporte superior	148
10.3.1. Detalle	148
10.3.2. Descripción de los componentes de la unión	149
10.3.3. Comprobación	149
10.4. Pernos de anclaje estructura inferior de las escaleras	153
10.4.1. Detalle	153
10.4.2. Descripción de los componentes de la unión	153
10.4.3. Comprobación	154
10.5. Pernos de anclaje estructura superior de las escaleras	158
10.5.1. Detalle	158
10.5.2. Descripción de los componentes de la unión	158
10.5.3. Comprobación	159
11. CÁLCULO DE SOLDADURAS	163
11.1. Procedimiento para el cálculo de soldaduras	163
11.1.1. Especificaciones	163
11.1.2. Referencias y simbología	165

11.2. Soldaduras de la estructura del soporte inferior	168
11.2.1. Soldadura tipo 2 de la estructura del soporte inferior.....	168
11.2.2. Soldadura tipo 3 y tipo 4 de la estructura del soporte inferior.....	171
11.2.3. Soldadura tipo 5 de la estructura del soporte inferior.....	175
11.3. Soldaduras de la estructura del soporte superior	178
11.3.1. Soldadura tipo 2 y tipo 3 de la estructura del soporte superior	178
11.3.2. Soldadura tipo 4 de la estructura del soporte inferior.....	182
11.3.3. Soldadura tipo 5 de la estructura del soporte inferior.....	184
11.4. Soldaduras de la estructura inferior de las escaleras	187
11.4.1. Soldadura tipo 2 y tipo 3 de la estructura inferior de las escaleras.....	187
11.4.2. Soldadura tipo 4 y tipo 5 de la estructura inferior de las escaleras.....	191
11.5. Soldaduras de la estructura superior de las escaleras	195
11.5.1. Soldadura tipo 2 y tipo 3 de la estructura superior de las escaleras	195
11.5.2. Soldadura tipo 4 y tipo 5 de la estructura inferior de las escaleras.....	199

Índice de figuras

Figura 1. Trayectoria de un plástico desde la cinta superior hasta la inferior	2
Figura 2. Estructura del soporte inferior	11
Figura 3. Cargas aplicadas en la estructura del soporte inferior.....	17
Figura 4. Reacciones del hormigón sobre la estructura del soporte inferior	20
Figura 5. Flechas en la estructura del soporte inferior	34
Figura 6. Estructura del soporte superior.....	39
Figura 7. Cargas aplicadas en la estructura del soporte superior	46
Figura 8. Reacciones del hormigón sobre la estructura del soporte inferior.....	49
Figura 9. Flechas en la estructura del soporte superior.....	66
Figura 10. Estructura inferior de las escaleras.....	71
Figura 11. Cargas aplicadas en la estructura inferior de las escaleras	77
Figura 12. Reacciones del hormigón sobre la estructura inferior de las escaleras.....	80
Figura 13. Flechas en la estructura inferior de las escaleras.....	90
Figura 14. Estructura superior de las escaleras.....	95
Figura 15. Cargas aplicadas en la estructura inferior de las escaleras	101

Figura 16. Reacciones del hormigón sobre la estructura inferior de las escaleras	103
Figura 17. Flechas en la estructura superior de las escaleras.....	114
Figura 18. Cargas aplicadas en la escalera	120
Figura 19. Fijaciones en los taladros del anclaje inferior.....	121
Figura 20. Fijaciones en los taladros del anclaje superior	121
Figura 21. Malla de la escalera	123
Figura 22. Detalle del control de mallado	124
Figura 23. Tensiones en la escalera	125
Figura 24. Detalle de la zona con mayor concentración de tensiones en la escalera	125
Figura 25. Desplazamientos resultantes en la escalera	126
Figura 26. Deformaciones en la escalera.....	127
Figura 27. Detalle de los pernos de anclaje del soporte inferior.....	144
Figura 28. Detalle de los pernos de anclaje del soporte inferior.....	148
Figura 29. Detalle de los pernos de anclaje de la estructura inferior de las escaleras...	153
Figura 30. Detalle de los pernos de anclaje de la estructura superior de las escaleras .	158
Figura 31. Ángulo β en las uniones soldadas	164

Figura 32. Espesor de garganta en cordones de soldadura en ángulo.....	166
Figura 33. Método de representación de soldaduras	166
Figura 34. Cordón de soldadura por el lado de la flecha.....	166
Figura 35. Cordón de soldadura por el lado opuesto a la flecha.....	166
Figura 36. Detalle de las soldaduras tipo 2 del soporte inferior	168
Figura 37. Detalle de las soldaduras tipo 3 del soporte inferior.....	171
Figura 38. Detalle de las soldaduras tipo 4 del soporte inferior.....	171
Figura 39. Detalle de las soldaduras tipo 5 del soporte inferior.....	175
Figura 40. Detalle de las soldaduras tipo 2 del soporte superior	178
Figura 41. Detalle de las soldaduras tipo 3 del soporte superior	178
Figura 42. Detalle de las soldaduras tipo 4 del soporte superior	182
Figura 43. Detalle de las soldaduras tipo 5 del soporte superior	184
Figura 44. Detalle de las soldaduras tipo 2 de la estructura inferior de las escaleras....	187
Figura 45. Detalle de las soldaduras tipo 3 de la estructura inferior de las escaleras....	188
Figura 46. Detalle de las soldaduras tipo 4 de la estructura inferior de las escaleras....	191
Figura 47. Detalle de las soldaduras tipo 5 de la estructura inferior de las escaleras....	192

Figura 48. Detalle de las soldaduras tipo 2 de la estructura inferior de las escaleras ... 195

Figura 49. Detalle de las soldaduras tipo 3 de la estructura superior de las escaleras.. 196

Figura 50. Detalle de las soldaduras tipo 4 de la estructura superior de las escaleras.. 199

Figura 51. Detalle de las soldaduras tipo 5 de la estructura superior de las escaleras.. 200

Índice de tablas

Tabla 1. Nudos de la estructura del soporte inferior	12
Tabla 2. Materiales utilizados estructura en la del soporte inferior.....	13
Tabla 3. Descripción del material y las barras de la estructura del soporte inferior con sus perfiles correspondientes	14
Tabla 4. Características mecánicas de los materiales utilizados en el soporte inferior ...	15
Tabla 5. Cargas aplicadas en la estructura del soporte inferior	16
Tabla 6. Desplazamientos de los nodos en la estructura del soporte inferior	18
Tabla 7. Reacciones del hormigón sobre la estructura del soporte inferior	19
Tabla 8. Esfuerzos sobre la barra N1/N5 de la estructura del soporte inferior.....	21
Tabla 9. Esfuerzos sobre la barra N2/N6 de la estructura del soporte inferior.....	21
Tabla 10. Esfuerzos sobre la barra N3/N7 de la estructura del soporte inferior.....	22
Tabla 11. Esfuerzos sobre la barra N5/N8 de la estructura del soporte inferior.....	22
Tabla 12. Esfuerzos sobre la barra N7/N11 de la estructura del soporte inferior.....	23
Tabla 13. Esfuerzos sobre la barra N11/N12 de la estructura del soporte inferior.....	23
Tabla 14. Esfuerzos sobre la barra N12/N16 de la estructura del soporte inferior.....	24

Tabla 15. Esfuerzos sobre la barra N8/N10 de la estructura del soporte inferior	24
Tabla 16. Esfuerzos sobre la barra N1/N5 de la estructura del soporte inferior	25
Tabla 17. Esfuerzos sobre la barra N9/N5 de la estructura del soporte inferior	25
Tabla 18. Esfuerzos sobre la barra N1/N5 de la estructura del soporte inferior	26
Tabla 19. Esfuerzos sobre la barra N10/N11 de la estructura del soporte inferior	27
Tabla 20. Esfuerzos sobre la barra N15/N13 de la estructura del soporte inferior	27
Tabla 21. Esfuerzos sobre la barra N16/N14 de la estructura del soporte inferior	28
Tabla 22. Esfuerzos sobre la barra N8/N13 de la estructura del soporte inferior	28
Tabla 23. Esfuerzos sobre la barra N13/N7 de la estructura del soporte inferior	29
Tabla 24. Esfuerzos sobre la barra N5/N14 de la estructura del soporte inferior	29
Tabla 25. Esfuerzos sobre la barra N14/N6 de la estructura del soporte inferior	30
Tabla 26. Resistencia de las barras de la estructura del soporte inferior	32
Tabla 27. Flechas en la estructura del soporte inferior	33
Tabla 28. Resumen de las comprobaciones realizadas en la estructura del soporte inferior.....	38
Tabla 29. Nudos de la estructura del soporte superior.....	41

Tabla 30. Materiales utilizados en la estructura del soporte superior	41
Tabla 31. Descripción del material y las barras de la estructura del soporte superior con sus perfiles correspondientes	42
Tabla 32. Características mecánicas de los materiales utilizados en el soporte inferior .	43
Tabla 33. Cargas aplicadas en la estructura del soporte superior	45
Tabla 34. Desplazamientos de los nodos en la estructura del soporte superior.....	48
Tabla 35. Reacciones del hormigón sobre la estructura del soporte superior	49
Tabla 36. Esfuerzos sobre la barra N3/N14 de la estructura del soporte superior	50
Tabla 37. Esfuerzos sobre la barra N14/N13 de la estructura del soporte superior	51
Tabla 38. Esfuerzos sobre la barra N13/N2 de la estructura del soporte superior	51
Tabla 39. Esfuerzos sobre la barra N4/N6 de la estructura del soporte superior	52
Tabla 40. Esfuerzos sobre la barra N6/N5 de la estructura del soporte superior	52
Tabla 41. Esfuerzos sobre la barra N5/N1 de la estructura del soporte superior	53
Tabla 42. Esfuerzos sobre la barra N8/N12 de la estructura del soporte superior	53
Tabla 43. Esfuerzos sobre la barra N12/N10 de la estructura del soporte superior	54
Tabla 44. Esfuerzos sobre la barra N10/N9 de la estructura del soporte superior	54

Tabla 45. Esfuerzos sobre la barra N9/N11 de la estructura del soporte superior.....	55
Tabla 46. Esfuerzos sobre la barra N11/N7 de la estructura del soporte superior.....	55
Tabla 47. Esfuerzos sobre la barra N5/N9 de la estructura del soporte superior.....	55
Tabla 48. Esfuerzos sobre la barra N6/N10 de la estructura del soporte superior.....	56
Tabla 49. Esfuerzos sobre la barra N11/N13 de la estructura del soporte superior.....	56
Tabla 50. Esfuerzos sobre la barra N12/N14 de la estructura del soporte superior.....	57
Tabla 51. Esfuerzos sobre la barra N4/N8 de la estructura del soporte superior.....	57
Tabla 52. Esfuerzos sobre la barra N8/N16 de la estructura del soporte superior.....	58
Tabla 53. Esfuerzos sobre la barra N16/N3 de la estructura del soporte superior.....	58
Tabla 54. Esfuerzos sobre la barra N1/N7 de la estructura del soporte superior.....	58
Tabla 55. Esfuerzos sobre la barra N7/N15 de la estructura del soporte superior.....	59
Tabla 56. Esfuerzos sobre la barra N15/N2 de la estructura del soporte superior.....	59
Tabla 57. Esfuerzos sobre la barra N17/N4 de la estructura del soporte superior.....	60
Tabla 58. Esfuerzos sobre la barra N22/N1 de la estructura del soporte superior.....	60
Tabla 59. Esfuerzos sobre la barra N18/N16 de la estructura del soporte superior.....	60
Tabla 60. Esfuerzos sobre la barra N21/N15 de la estructura del soporte superior.....	61

Tabla 61. Esfuerzos sobre la barra N20/N2 de la estructura del soporte superior	61
Tabla 62. Esfuerzos sobre la barra N19/N3 de la estructura del soporte superior	62
Tabla 63. Resistencia de las barras de la estructura del soporte superior	64
Tabla 64. Flechas en la estructura del soporte superior	65
Tabla 65. Resumen de las comprobaciones realizadas en la estructura del soporte superior	70
Tabla 66. Nudos de la estructura inferior de las escaleras	72
Tabla 67. Materiales utilizados en la estructura inferior de las escaleras	73
Tabla 68. Descripción del material y las barras de la estructura inferior de las escaleras con sus perfiles correspondientes	74
Tabla 69. Características mecánicas de los materiales utilizados en la estructura inferior de las escaleras	74
Tabla 70. Cargas aplicadas en la estructura inferior de las escaleras	76
Tabla 71. Desplazamientos de los nodos en la estructura inferior de las escaleras	78
Tabla 72. Reacciones del hormigón sobre la estructura inferior de las escaleras	79
Tabla 73. Esfuerzos sobre la barra N8/N7 de la estructura inferior de las escaleras	81
Tabla 74. Esfuerzos sobre la barra N7/N6 de la estructura inferior de las escaleras	81

Tabla 75. Esfuerzos sobre la barra N5/N6 de la estructura inferior de las escaleras.....	81
Tabla 76. Esfuerzos sobre la barra N8/N5 de la estructura inferior de las escaleras.....	82
Tabla 77. Esfuerzos sobre la barra N11/N12 de la estructura inferior de las escaleras..	82
Tabla 78. Esfuerzos sobre la barra N12/N9 de la estructura inferior de las escaleras....	83
Tabla 79. Esfuerzos sobre la barra N10/N9 de la estructura inferior de las escaleras....	83
Tabla 80. Esfuerzos sobre la barra N11/N10 de la estructura inferior de las escaleras.	83
Tabla 81. Esfuerzos sobre la barra N1/N5 de la estructura inferior de las escaleras.....	84
Tabla 82. Esfuerzos sobre la barra N5/N10 de la estructura inferior de las escaleras....	84
Tabla 83. Esfuerzos sobre la barra N2/N6 de la estructura inferior de las escaleras.....	85
Tabla 84. Esfuerzos sobre la barra N6/N9 de la estructura inferior de las escaleras.....	85
Tabla 85. Esfuerzos sobre la barra N4/N7 de la estructura inferior de las escaleras.....	85
Tabla 86. Esfuerzos sobre la barra N7/N12 de la estructura inferior de las escaleras....	86
Tabla 87. Esfuerzos sobre la barra N3/87 de la estructura inferior de las escaleras.....	86
Tabla 88. Esfuerzos sobre la barra N8/N11 de la estructura inferior de las escaleras....	87
Tabla 89. Resistencia de las barras de la estructura inferior de las escaleras.....	88
Tabla 90. Flechas en la estructura inferior de las escaleras.....	89

Tabla 91. Resumen de las comprobaciones realizadas en la estructura inferior de las escaleras.....	94
Tabla 92. Nudos de la estructura inferior de las escaleras	96
Tabla 93. Materiales utilizados en la estructura superior de las escaleras.	97
Tabla 94. Descripción del material y las barras de la estructura superior de las escaleras con sus perfiles correspondientes	98
Tabla 95. Características mecánicas de los materiales utilizados	98
Tabla 96. Cargas aplicadas en la estructura superior de las escaleras.....	100
Tabla 97. Desplazamientos de los nodos en la estructura superior de las escaleras	102
Tabla 98. Reacciones del hormigón sobre la estructura superior de las escaleras.....	103
Tabla 99. Esfuerzos sobre la barra N1/N5 de la estructura superior de las escaleras ...	104
Tabla 100. Esfuerzos sobre la barra N5/N9 de la estructura superior de las escaleras .	104
Tabla 101. Esfuerzos sobre la barra N2/N6 de la estructura superior de las escaleras .	105
Tabla 102. Esfuerzos sobre la barra N6/N10 de la estructura superior de las escaleras	105
Tabla 103. Esfuerzos sobre la barra N3/N7 de la estructura superior de las escaleras .	106
Tabla 104. Esfuerzos sobre la barra N7/N11 de la estructura superior de las escaleras	106
Tabla 105. Esfuerzos sobre la barra N4/N8 de la estructura superior de las escaleras .	106

Tabla 106. Esfuerzos sobre la barra N8/N12 de la estructura superior de las escaleras	107
Tabla 107. Esfuerzos sobre la barra N5/N6 de la estructura superior de las escaleras.	107
Tabla 108. Esfuerzos sobre la barra N7/N6 de la estructura superior de las escaleras.	108
Tabla 109. Esfuerzos sobre la barra N8/N7 de la estructura superior de las escaleras.	108
Tabla 110. Esfuerzos sobre la barra N8/N5 de la estructura superior de las escaleras.	109
Tabla 111. Esfuerzos sobre la barra N9/N10 de la estructura superior de las escaleras	109
Tabla 112. Esfuerzos sobre la barra N11/N10 de la estructura superior de las escaleras	109
Tabla 113. Esfuerzos sobre la barra N12/N11 de la estructura superior de las escaleras	110
Tabla 114. Esfuerzos sobre la barra N12/N9 de la estructura superior de las escaleras	110
Tabla 115. Resistencia de las barras de la estructura superior de las escaleras	112
Tabla 116. Flechas en la estructura superior de las escaleras	113
Tabla 117. Resumen de las comprobaciones realizadas en la estructura superior de las escaleras	118
Tabla 118. Parámetros de malla de las escaleras	122
Tabla 119. Resultados obtenidos	128

Tabla 120. Valores del límite elástico y la tensión de rotura para distintos tipos de acero. Fuente: CTE DB SE-A	132
Tabla 121. Descripción de los componentes de la placa de anclaje del soporte inferior	144
Tabla 122. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte inferior	145
Tabla 123. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte inferior	145
Tabla 124. Comprobaciones placa de anclaje del soporte inferior	147
Tabla 125. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte inferior	147
Tabla 126. Comprobación de resistencia de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte inferior	148
Tabla 127. Descripción de los componentes de la placa de anclaje del soporte superior	149
Tabla 128. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte superior	149
Tabla 129. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte superior	150
Tabla 130. Comprobaciones placa de anclaje del soporte superior	151
Tabla 131. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte superior	152

Tabla 132. Comprobación de resistencia de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte superior	152
Tabla 133. Descripción de los componentes de la placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras.....	154
Tabla 134. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras	154
Tabla 135. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras	155
Tabla 136. Comprobaciones placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras	156
Tabla 137. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras	157
Tabla 138. Comprobación de resistencia de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras	157
Tabla 139. Descripción de los componentes de la placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras	159
Tabla 140. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras	159
Tabla 141. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras	160
Tabla 142. Comprobaciones placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras	161

Tabla 143. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras.....	162
Tabla 144. Comprobación de resistencia de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras.....	162
Tabla 145. Tipos de soldaduras	167
Tabla 146. Otras representaciones de las soldaduras	168
Tabla 147. Descripción de los componentes de la unión tipo 2 de la estructura del soporte inferior	169
Tabla 148. Comprobación de la viga principal de la unión tipo 2 de la estructura del soporte inferior	169
Tabla 149. Comprobación de la viga secundaria de la unión tipo 2 de la estructura del soporte inferior	169
Tabla 150. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la unión tipo 2 de la estructura del soporte inferior	170
Tabla 151. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la unión tipo 2 de la estructura del soporte inferior	170
Tabla 152. Descripción de los componentes de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior	172
Tabla 153. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior	172

Tabla 154. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior	173
Tabla 155. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior	173
Tabla 156. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior	173
Tabla 157. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior	174
Tabla 158. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior	174
Tabla 159. Descripción de los componentes de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior	176
Tabla 160. Comprobación de la viga (a) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior.....	176
Tabla 161. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior	176
Tabla 162. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior	176
Tabla 163. Comprobación de la viga (b) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior.....	177
Tabla 164. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior	177

Tabla 165. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior.....	177
Tabla 166. Descripción de los componentes de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior	179
Tabla 167. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior	179
Tabla 168. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior.....	180
Tabla 169. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior.....	180
Tabla 170. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior	180
Tabla 171. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior.....	181
Tabla 172. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior.....	181
Tabla 173. Descripción de los componentes de la unión tipo 4 de la estructura del soporte superior	182
Tabla 174. Comprobación de la viga principal de la unión tipo 4 de la estructura del soporte superior	183
Tabla 175. Comprobación de la viga secundaria de la unión tipo 4 de la estructura del soporte superior	183

Tabla 176. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la unión tipo 4 de la estructura del soporte superior.....	183
Tabla 177. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la unión tipo 4 de la estructura del soporte superior.....	184
Tabla 178. Descripción de los componentes de la unión tipo 5 de la estructura del soporte superior.....	185
Tabla 179. Comprobación del pilar HEB 180 de la unión tipo 5 de la estructura del soporte superior.....	185
Tabla 180. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura del pilar HEB 180 de la unión tipo 5 de la estructura del soporte superior	186
Tabla 181. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura del pilar HEB 180 de la unión tipo 5 de la estructura del soporte superior	186
Tabla 182. Descripción de los componentes de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras.....	189
Tabla 183. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras.....	189
Tabla 184. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras	189
Tabla 185. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras	190
Tabla 186. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras.....	190

Tabla 187. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras.....	190
Tabla 188. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras.....	191
Tabla 189. Descripción de los componentes de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras	192
Tabla 190. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras	193
Tabla 191. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras.....	193
Tabla 192. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras.....	194
Tabla 193. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras	194
Tabla 194. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras.....	194
Tabla 195. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras.....	194
Tabla 196. Descripción de los componentes de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras.....	197
Tabla 197. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras.....	197

Tabla 198. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras.....	197
Tabla 199. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras.....	197
Tabla 200. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras	198
Tabla 201. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras.....	198
Tabla 202. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras.....	198
Tabla 203. Descripción de los componentes de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras	200
Tabla 204. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras	201
Tabla 205. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras.....	201
Tabla 206. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras.....	202
Tabla 207. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras	202
Tabla 208. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras.....	202

Tabla 209. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras	202
--	------------

ANEXO II: Cálculos eléctricos

1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	2
2.1. Intensidad de cálculo	2
2.2. Intensidad proyectada.....	3
2.3. Sección de cálculo del cable.....	3
2.4. Sección proyectada del cable	4
2.5. Diámetro del tubo.....	4
2.6. Resultados finales.....	4

ANEXO III: Mantenimiento

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ESTRUCTURA METÁLICA	2
2.1. Mantenimiento por el usuario	2
2.2. Mantenimiento por el profesional cualificado	2
3. CINTAS TRANSPORTADORAS	4
3.1. Operaciones de mantenimiento generales.....	5
3.2. Operaciones de mantenimiento preventivo: Limpieza	5
3.2.1. Limpieza del tambor tensor.....	5
3.2.2. Limpieza del tambor motor	6
3.2.3. Limpieza motorreductor	7
3.3. Operaciones de mantenimiento preventivo.....	7
3.3.1. Recomendaciones del fabricante	9
3.3.1.1. Alineación de bandas de transporte	9
3.3.1.2. Si la máquina se atascó	9
4. SEPARADORES ÓPTICOS Y CINTAS ACELERADORAS	10

4.1. Operaciones de mantenimiento preventivo: Limpieza.....	10
4.1.1. Limpieza de los elementos ópticos.....	10
4.1.2. Inspección del micro filtro.....	10
4.2. Mantenimiento preventivo	11
4.2.1. Mantenimiento diario.....	11
4.2.2. Mantenimiento semanal.....	12
4.2.3. Mantenimiento anual	13

ANEXO IV: Estudio básico de seguridad y salud

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MEMORIA DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	3
2.1. Datos generales e identificativos de la obra.....	3
2.1.1. Situación o emplazamiento de la obra	3
2.1.2. Topografía y entorno de la obra / edificación:	3
2.1.3. Estructura proyectada.....	3
2.1.4. Presupuesto de ejecución material de la obra.....	4
2.1.5. Presupuesto de ejecución material (de contrata) de la obra	4
2.1.6. Presupuesto de ejecución del estudio de seguridad y salud:	4
2.1.7. Duración de la obra y máximo número de trabajadores.	4
2.1.8. Materiales previsto en la estructura.....	4
2.1.9. Datos del Titular/ Promotor de la obra.....	4
2.1.10. Datos de los ingenieros-Redactores del proyecto	5
2.2. Medidas de higiene personal e instalaciones del personal.....	5
2.3. Normas comunes de conservación y limpieza.....	6

2.4. Asistencia sanitaria.....	7
2.5. Consideración general de riesgos	9
2.5.1. Situación de la nave.....	9
2.5.2. Duración de la obra y máximo número de trabajadores.....	9
2.5.3. Materiales previstos en la construcción, peligrosidad y toxicidad de los mismos. ..	9
3. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA	10
4. FASES DE LA OBRA.....	11
5. ANÁLISIS Y PREVENCIÓN DE RIESGO EN LAS FASES DE OBRA.....	12
6. TRABAJOS POSTERIORES.....	12
7. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS	15
7.1. Consideraciones generales aplicables durante la ejecución de la obra	15
7.2. Disposiciones mínimas generales de seguridad y salud a aplicar en las obras	16
7.2.1. Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras... 16	
7.2.2. Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de locales.....	24
8. DESCRIPCION GENERAL DE LAS UNIDADES DE OBRA	33

9. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE PUEDEN ELIMINARSE...	34
9.1. Ordenación del entorno.....	34
9.2. Mediante organización de las obras y análisis de actividades que pueden interferirse .	34
9.3. Mediante selección de personal	35
9.4. Información sobre riesgos.....	35
10. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN ELIMINARSE	37
11. ESTRUCTURA METÁLICA.....	38
11.1. Norma de seguridad	39
11.1.1. Puesta a punto de la obra para realizar esta actividad	39
11.1.2. Proceso	39
11.1.3. Sistemas de protección colectiva y señalización.....	44
11.1.4. Relación de equipos de protección individual	47
12. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA.....	49
12.1. Normas o medidas preventivas para la instalación eléctrica provisional de obra.....	49
12.2. Normas de prevención tipo para los cables	50

12.3. Normas de prevención tipo para los interruptores	50
12.4. Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos	51
12.5. Normas de prevención tipo para las tomas de energía	51
12.6. Normas de prevención tipo para la protección de los circuitos.....	51
12.7. Normas de prevención tipo para las tomas de tierra	52
12.8. Normas de seguridad tipo, de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica provisional de obra	52
12.9. Prendas de protección personal recomendables	53
13. Instalación eléctrica en baja tensión.....	53
13.1. Materiales considerados	53
13.2. Equipo humano.....	53
13.3. Herramientas	54
13.4. Maquinaria.....	54
13.5. Sistemas de transporte y/o manutención	54
13.6. Prevención y ejecución segura de la instalación eléctrica en baja tensión.....	55
13.7. Sistemas de protección colectiva y señalización.....	57

13.8. Relación de equipos de protección individual	58
14. INSTALACIONES, EQUIPOS Y MAQUINARIA A IMPLANTAR	59
14.1. Normas o medidas preventivas tipo	60
14.2. Prendas de protección personal recomendables.....	61
15. MEDIOS AUXILIARES	62
15.1. Andamios metálicos tubulares	62
15.1.1. Normas o medidas preventivas tipo	62
15.2. Escalera de mano	64
15.2.1. Normas o medidas preventivas tipo	65
16. MAQUINARIA DE OBRA.....	67
16.1. Maquinaria en general.....	67
16.2. Normas o medidas preventivas tipo	68
17. SOLDADURA.....	73
17.1. Normas o medidas preventivas tipo	74
17.1.1. Prendas de protección personal recomendables.....	74

18. VISITAS A OBRA DE DIRECCIÓN FACULTATIVA, PROPIEDAD O COORDINADOR SEGURIDAD Y SALUD	76
18.1. Normas o medidas preventivas tipo	77
18.1.1. Prendas de protección personal recomendables	77

ANEXO V: Catálogos y manuales

1. PELLENC MISTRAL.....	1
2. CINTA VIBRATORIA VECOPLAN.....	8
3. CINTAS TRANSPORTADORAS CAMPRODÓN.....	13
4. REJILLAS METÁLICAS SAIGO	22
5. SAI LIEBERT PSI-XR	28
6. ELECTRODOS BÖHLER	56
7. PRONTUARIO IPE	75
8. PRONTUARIO HEB	76
9. PRONTUARIO UPN.....	77
10. PRONTUARIO PERFILES ISO CUADRADOS.....	78

PLANOS

Plano 1. Plano planta nave

Plano 1.1. Distribución actual de la planta

Plano 1.2. Nueva distribución

Plano 1.3. Plano fuerza nave

Plano 1.4. Esquema unifilar

Plano 2. Ensamblaje total

Plano 2.1. Ensamblaje escaleras

Plano 2.1.1. Estructura inferior

Plano 2.1.1.1. 3D estructura inferior

Plano 2.1.1.2. Uniones estructura inferior escaleras

Plano 2.1.2. Estructura superior

Plano 2.1.2.1. 3D estructura superior

Plano 2.1.2.2. Uniones estructura superior escaleras

Plano 2.1.3. Rejilla metálica primer y segundo descanso

Plano 2.1.4. Rejilla metálica cuarto descanso

Plano 2.1.5. Rejilla metálica tercer descanso

Plano 2.1.6. Escaleras

Plano 2.1.6.2. Anclaje guía base

Plano 2.1.6.9. Escalón

Plano 2.1.6.13. Guía derecha

Plano 2.1.6.14. Anclaje guía-base inferior

Plano 2.2. Soporte superior

Plano 2.2.1. 3D soporte superior

Plano 2.2.2. Uniones soporte superior

Plano 2.3. Rejilla metálica soporte superior

Plano 2.4. Rejilla metálica soporte inferior

Plano 2.5. Soporte inferior

Plano 2.5.1. 3D soporte inferior

Plano 2.5.2. Uniones soporte inferior

Plano 2.6. Trojes

Plano 2.6.1 Pilar trojes

Diseño y cálculo de un sistema de clasificación automática mediante sistemas neumáticos

Plano 2.6.2. Guías cintas transportadoras

Plano 2.6.3. Panel trasero segunda selección

Plano 2.6.4. Panel lateral

Plano 2.6.5. Panel trasero primera selección

Plano 2.7. Escalón soportes

Plano 2.8. Conducto primera selección

Plano 2.9. Conducto segunda selección

PLIEGO DE CONDICIONES

1. CONDICIONES GENERALES LEGALES.....	1
1.1. Objeto del pliego.....	1
1.2. Arbitrio y jurisdicción.....	1
1.2.1. Formalización del contrato.....	1
1.2.2. Arbitraje obligatorio.....	1
1.2.3. Jurisdicción competente	2
1.3. Responsabilidades legales del contratista	2
1.3.1. Medidas preparatorias	2
1.3.2. Responsabilidad en la ejecución de las obras	2
1.3.3. Legislación social.....	2
1.3.4. Medidas de seguridad.....	3
1.3.5. Permisos y licencias	3
1.3.6. Daños a terceros	4
1.3.7. Seguro de la obra.....	4
1.4. Subcontratas.....	5

1.5. Causas de rescisión del contrato.....	5
2. CONDICIONES FACULTATIVAS	7
2.1. Delimitación general de funciones técnicas	7
2.1.1. El Ingeniero Director	7
2.1.2. El Ingeniero Técnico.....	7
2.1.3. El Constructor.....	8
2.2. Obligaciones y derechos generales del constructor.....	10
2.2.1. Verificación de los documentos del proyecto.....	10
2.2.2. Plan de Seguridad e Higiene.....	10
2.2.3. Oficina en la obra.....	10
2.2.4. Presencia del constructor en la obra	11
2.2.5. Trabajos no estipulados expresamente	12
2.2.6. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto	12
2.2.7. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.....	13
2.2.8. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero.....	13

2.2.9. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa	13
2.2.10. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero	14
2.2.11. Faltas de personal	14
2.3. Prescripciones generales relativas a los trabajos y a los materiales.....	14
2.3.1. Caminos y accesos	14
2.3.2. Replanteo.....	15
2.3.3. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos	15
2.3.4. Orden de los trabajos.....	15
2.3.5. Facilidades para otros contratistas	16
2.3.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....	16
2.3.7. Prórroga por causa de fuerza mayor.....	16
2.3.8. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....	17
2.3.9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos	17
2.3.10. Obras ocultas	17
2.3.11. Trabajos defectuosos	17
2.3.12. Vicios ocultos.....	18

2.3.13. De los materiales y los aparatos. Su procedencia	18
2.3.14. Presentación de muestras	18
2.3.15. Materiales no utilizables	19
2.3.16. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos	19
2.3.17. Limpieza de las obras	19
2.3.18. Obras sin prescripciones	19
2.4. De las recepciones de edificios y obras ajenas. De las recepciones provisionales	20
2.4.1. Recepción provisional	20
2.4.2. Documentación final de la obra	21
2.4.3. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra.....	21
2.4.4. Plazo de garantía.....	21
2.4.5. Conservación de las obras recibidas provisionalmente	22
2.4.6. De la recepción definitiva.....	22
2.4.7. Prórroga del plazo de garantía	22
2.4.8. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	22
2.5. De las condiciones de seguridad y salud	23

2.5.1. Coordinador de seguridad y salud.....	23
2.5.2. Libro de Incidencias.....	24
2.5.3. Delegado Prevención - Comité de Seguridad y Salud.....	24
2.5.4. Obligaciones de las partes.....	25
2.5.5. Coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución.....	26
2.5.6. Trabajadores.....	26
3. CONDICIONES ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS.....	29
3.1. Principio general.....	29
3.2. Fianzas.....	29
3.2.1. Fianza provisional.....	29
3.2.2. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	30
3.2.3. De su devolución en general.....	30
3.2.4. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.....	30
3.3. De los precios.....	30
3.3.1. Composición de los precios unitarios.....	30
3.3.2. Precio de contrata. Importe de contrata.....	32

3.3.3. Precios contradictorios.....	32
3.3.4. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas	33
3.3.5. De la revisión de los precios contratados	33
3.3.6. Acopio de materiales	34
3.4. De la valoración y abonos de los trabajos	34
3.4.1. Formas varias de abono de las obras	34
3.4.2. Relaciones valoradas y certificaciones	35
3.4.3. Mejoras de obras libremente ejecutadas	36
3.4.4. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada	37
3.4.5. Pagos.....	37
3.4.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.....	38
3.5. De las indemnizaciones mutuas	38
3.5.1. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras	38
3.5.2. Demora de los pagos.....	39
3.6. Varios	39

3.6.1. Seguro de las obras.....	39
3.6.2. Conservación de la obra	40
4. CONDICIONES TÉCNICAS.....	41
4.1. Condiciones generales	41
4.1.1. Calidad de los materiales	41
4.1.2. Pruebas y ensayos de materiales	41
4.1.3. Materiales no consignados en proyecto	41
4.1.4. Condiciones generales de ejecución.....	41
4.2. Estructura metálica	42
4.2.1. Objeto.....	42
4.2.2. Materiales	42
4.2.3. Montaje	43
4.2.4. Mano de obra de soldadura	44
4.2.5. Organización de los trabajos	44
4.2.6. Manipulación del material.....	44
4.2.7. Ejecución de uniones soldadas.....	45

4.2.8. Inspección de soldaduras	46
4.2.9. Pinturas	46
4.3. Instalación eléctrica.....	47
4.3.1. Objeto	47
4.3.2. Materiales	47
4.3.3. Canalizaciones eléctricas	48
4.3.4. Conductores aislados bajo tubos protectores.....	48
4.3.5. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes	57
4.3.6. Conductores aislados enterrados.....	59
4.3.7. Conductores aislados directamente empotrados en estructuras.....	59
4.3.8. Conductores aislados en el interior de la construcción.....	59
4.3.9. Conductores aislados bajo canales protectoras.....	60
4.3.10. Conductores aislados bajo molduras	62
4.3.11. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas	63
4.3.12. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas.....	64
4.3.13. Accesibilidad a las instalaciones	64

4.3.14. Conductores.....	65
4.3.15. Identificación de las instalaciones.....	68
4.3.16. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....	68
4.4. Cajas de empalme	69
4.4.1. Mecanismos y tomas de corriente	70
4.4.2. Aparamenta de mando y protección.....	70
4.4.3. Puestas a tierra.....	77
4.4.4. Uniones a tierra	78
4.4.5. Inspecciones y pruebas en fábrica.....	81
4.4.6. Control.....	82
4.4.7. Seguridad.....	82
4.4.8. Limpieza.....	83
4.4.9. Mantenimiento	84
4.4.10. Criterios de medición	84

Índice de tablas

Tabla 1. Tubos en canalizaciones fijas en superficie.....	50
Tabla 2. Tubos en empotrados en obras de fábrica	51
Tabla 3. Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.....	52
Tabla 4. Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire	53
Tabla 5. Tubos en canalizaciones enterradas	54
Tabla 6. Características mínimas para instalaciones superficiales ordinarias	61
Tabla 7. Resistencia del aislamiento	68
Tabla 8. Sección mínima para los conductores a tierra.....	79
Tabla 9. Sección mínima de los conductores de protección	80

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MANO DE OBRA	2
3. MAQUINARIA	4
4. PIEZAS MECANIZADAS	5
4.1. Guías escaleras	5
4.1.1. Material	5
4.1.2. Corte	5
4.1.3. Taladrado	6
4.1.4. Coste total de fabricación	6
4.2. Escalones	7
4.2.1. Material	7
4.2.2. Corte	7
4.2.3. Doblado	8
4.2.4. Soldado	8
4.2.5. Taladrado	8

4.2.6. Coste total de fabricación	9
4.3. Anclaje superior	9
4.3.1. Material.....	9
4.3.2. Corte	10
4.3.3. Soldado	10
4.3.4. Taladrado	10
4.3.5. Coste total de fabricación	11
4.4. Anclaje inferior.....	11
4.4.1. Material.....	11
4.4.2. Corte	12
4.4.3. Soldado	12
4.4.4. Taladrado	13
4.4.5. Coste total de fabricación	13
4.5. Rodapiés 1º y 2º descanso	14
4.5.1. Material.....	14
4.5.2. Doblado.....	14

4.5.3. Soldado.....	15
4.5.4. Coste total de fabricación.....	15
4.6. Rodapié 3º descanso	15
4.6.1. Material	15
4.6.2. Doblado	16
4.6.3. Soldado.....	16
4.6.4. Coste total de fabricación.....	17
4.7. Rodapié 4º descanso	17
4.7.1. Material	17
4.7.2. Doblado	18
4.7.3. Soldado.....	18
4.7.4. Coste total de fabricación.....	18
4.8. Barandas escaleras	19
4.8.1. Material	19
4.8.2. Corte.....	19
4.8.3. Soldado.....	20

4.8.4. Coste total de fabricación	20
4.9. Escalón soportes	21
4.9.1. Material.....	21
4.9.2. Corte	21
4.9.3. Doblado.....	22
4.9.4. Soldado	22
4.9.5. Coste total de fabricación	22
4.10. Guías cintas transportadoras.....	23
4.10.1. Material.....	23
4.10.2. Doblado.....	23
4.10.3. Cortado	24
4.10.4. Soldado	24
4.10.5. Coste total de fabricación	24
4.11. Conducto primera selección	25
4.11.1. Material.....	25
4.11.2. Doblado.....	25

4.11.3. Cortado	26
4.11.4. Soldado.....	26
4.11.5. Coste total de fabricación.....	26
4.12. Conductos segunda selección	27
4.12.1. Material	27
4.12.2. Doblado	27
4.12.3. Cortado	28
4.12.4. Soldado.....	28
4.12.5. Coste total de fabricación.....	28
4.13. Perfiles L primera selección.....	29
4.13.1. Material	29
4.13.2. Cortado	29
4.13.3. Soldado.....	30
4.13.4. Coste total de fabricación.....	30
4.14. Perfiles L segunda selección.....	30
4.14.1. Material	30

4.14.2. Cortado	31
4.14.3. Soldado	31
4.14.4. Coste total de fabricación	31
4.15. Presupuesto final piezas mecanizadas	32
5. PIEZAS ESTRUCTURALES	33
5.1. Estructura inferior de las escaleras	33
5.2. Estructura superior de las escaleras	37
5.3. Soporte superior de las máquinas	41
5.4. Soporte inferior de las máquinas	45
5.5. Trojes de almacenamiento	50
5.5.1. Troje primera selección	50
5.5.2. Trojes de almacenamiento para la segunda selección	52
5.6. Presupuesto final piezas estructurales	54
6. TORNILLERÍA	56
7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	59
7.1. Cableado	59

7.2. Canalización.....	63
7.3. Interruptores magnetotérmicos	68
7.4. Interruptores diferenciales	72
7.5. Tomas de corriente.....	76
7.6. Sistemas de alimentación ininterrumpida	77
7.7. Presupuesto final instalación eléctrica	79
8. SEGURIDAD Y SALUD.....	80
8.1. Higiene y bienestar	80
8.1.1. Locales prefabricados.....	80
8.1.2. Equipamiento de locales prefabricados.....	81
8.1.3. Presupuesto higiene y bienestar	81
8.2. Protecciones individuales.....	82
8.2.1. Equipamiento individual	82
8.2.2. Pantallas de protección.....	83
8.2.3. Mascarillas de protección.....	84
8.2.4. Protecciones visuales	85

8.2.5. Protecciones auditivas	86
8.2.6. Cinturones de seguridad	86
8.2.7. Presupuesto protecciones individuales	87
8.3. Protecciones Colectivas.....	88
8.3.1. Señalización.....	88
8.3.2. Protección contra caídas	90
8.3.3. Seguridad contra incendios.....	92
8.3.4. Presupuesto protecciones colectivas.....	92
8.4. Presupuesto final seguridad y salud	93
9. MÁQUINAS	94
10. PRESUPUESTO FINAL	95

Índice de tablas

Tabla 1. Presupuesto del material para las guías de las escaleras	5
Tabla 2. Coste total de fabricación de las guías de las escaleras.....	6
Tabla 3. Presupuesto del material para los escalones	7
Tabla 4. Coste total de fabricación de los escalones	9
Tabla 5. Presupuesto de material para el anclaje superior	9
Tabla 6. Coste total de fabricación del anclaje superior.....	11
Tabla 7. Presupuesto de material del anclaje inferior	12
Tabla 8. Coste total de fabricación del anclaje inferior	13
Tabla 9. Presupuesto de material del rodapiés del 1º y 2º descanso	14
Tabla 10. Coste total de fabricación de los rodapiés del 1º y 2º descanso	15
Tabla 11. Presupuesto de material del rodapié del 3º descanso	16
Tabla 12. Coste total de fabricación del rodapié del 3º descanso.....	17
Tabla 13. Presupuesto de material del rodapié del 4º descanso	17
Tabla 14. Coste total de fabricación del rodapié del 4º descanso.....	18
Tabla 15. Presupuesto de material de las barandas de las escaleras	19

Tabla 16. Coste total de fabricación de las barandas de las escaleras	20
Tabla 17. Presupuesto de material de los escalones.....	21
Tabla 18. Coste total de fabricación de los escalones de los soportes de las máquinas ...	23
Tabla 19. Presupuesto de material para las guías de las cintas transportadoras	23
Tabla 20. Coste total de fabricación de las guías para las cintas transportadoras.....	25
Tabla 21. Presupuesto de material del conducto de la primera selección	25
Tabla 22. Coste total de fabricación del conducto de la primera selección	27
Tabla 23. Presupuesto de material de los conductos de la segunda selección	27
Tabla 24. Coste total de fabricación de los conductos de la segunda selección.....	29
Tabla 25. Presupuesto de material de los perfiles en L de la primera selección	29
Tabla 26. Coste total de fabricación de los perfiles en L de la primera selección.....	30
Tabla 27. Presupuesto de material de los perfiles en L de la segunda selección	31
Tabla 28. Coste total de fabricación de los perfiles en L de la segunda selección.....	32
Tabla 29. Presupuesto final de las piezas mecanizadas	32
Tabla 30. Medición de los pilares y vigas de la estructura inferior de las escaleras.....	33
Tabla 31. Cuadro de precios de la estructura inferior de las escaleras	36

Tabla 32. Cuadro resumen de precios de la estructura inferior de las escaleras	37
Tabla 33. Medición de los pilares y vigas de la estructura superior de las escaleras	38
Tabla 34. Cuadro de precios de la estructura superior de las escaleras.....	40
Tabla 35. Cuadro resumen de precios de la estructura superior de las escaleras.....	41
Tabla 36. Medición de los pilares y vigas de la estructura del soporte superior de las máquinas	42
Tabla 37. Cuadro de precios correspondiente a la estructura del soporte superior de las máquinas	44
Tabla 38. Cuadro resumen de precios de la estructura del soporte superior	45
Tabla 39. Medición de los pilares y vigas de la estructura del soporte inferior de las máquinas	46
Tabla 40. Cuadro de precios de la estructura del soporte inferior de las máquinas.....	48
Tabla 41. Cuadro resumen de precios correspondiente a la estructura inferior de las escaleras.....	49
Tabla 42. Cuadro de precios del troje de almacenamiento de la primera selección	51
Tabla 43. Cuadro resumen de precios del troje de almacenamiento de la primera selección	52
Tabla 44. Cuadro de precios correspondiente a los trojes de almacenamiento para los plásticos de la segunda selección	54

Tabla 45. Cuadro resumen de precios del troje de almacenamiento de la segunda selección.....	54
Tabla 46. Resumen del presupuesto final de todas las piezas estructurales.....	55
Tabla 47. Precio de los embalajes de los tornillos hexagonales	56
Tabla 48. Precio de los embalajes de las tuercas hexagonales	56
Tabla 49. Precio de los embalajes de las arandelas.....	57
Tabla 50. Precio total tornillos hexagonales	57
Tabla 51. Precio total tuercas hexagonales.....	57
Tabla 52. Precio total arandelas	58
Tabla 53. Precio total tornillería.....	58
Tabla 54. Medición del cableado necesario	60
Tabla 55. Precios unitarios descompuestos del cableado	62
Tabla 56. Cuadro resumen de precios del cableado necesario	63
Tabla 57. Medición de tubo necesario.....	64
Tabla 58. Precios unitarios descompuestos del tubo necesario.....	66
Tabla 59. Cuadro resumen de precios del tubo necesario.....	67

Tabla 60. Medición de interruptores magnetotérmicos	68
Tabla 61. Precios unitarios descompuestos de los interruptores magnetotérmicos	70
Tabla 62. Cuadro resumen de precios de los interruptores magnetotérmicos	72
Tabla 63. Medición de interruptores magnetotérmicos	72
Tabla 64. Precios unitarios descompuestos de los interruptores magnetotérmicos	75
Tabla 65. Cuadro resumen de precios de los interruptores magnetotérmicos	76
Tabla 66. Medición de tomas de corriente necesarias	76
Tabla 67. Precios unitarios descompuestos de las tomas de corriente.....	77
Tabla 68. Cuadro resumen de precios de las tomas de corriente.....	77
Tabla 69. Medición de sistema de alimentación ininterrumpida	78
Tabla 70. Precios unitarios descompuestos del SAI	78
Tabla 71. Cuadro resumen de precios del SAI	78
Tabla 72. Presupuesto final de la instalación eléctrica	79
Tabla 73. Presupuesto locales prefabricados	80
Tabla 74. Presupuesto de equipamiento de locales prefabricados.....	81
Tabla 75. Presupuesto higiene y bienestar	82

Tabla 76. Presupuesto equipamiento individual	83
Tabla 77. Presupuesto pantallas de protección	84
Tabla 78. Presupuesto mascarillas de protección	85
Tabla 79. Presupuesto protecciones visuales	85
Tabla 80. Presupuesto protecciones auditivas	86
Tabla 81. Presupuesto cinturones de seguridad.....	87
Tabla 82. Presupuesto protecciones individuales.....	87
Tabla 83. Presupuesto señalización	90
Tabla 84. Presupuesto protección contra caídas	91
Tabla 85. Presupuesto seguridad contra incendio	92
Tabla 86. Presupuesto protecciones colectivas	92
Tabla 87. Presupuesto final seguridad y salud	93
Tabla 88. Presupuesto máquinas	94
Tabla 89. Presupuesto final bruto de ejecución del proyecto	95
Tabla 90. Presupuesto final de ejecución del proyecto	95

ULL

Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

MEMORIA

**Diseño y cálculo de un sistema de clasificación
automático mediante sistemas neumáticos**

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica

Autores: Iván Hernández Jacinto y Arístides Hernández Pérez

Tutor: Alejandro Félix Molowny López-Peñalver

Septiembre 2015

ÍNDICE

0. HOJA DE IDENTIFICACIÓN	1
1. OBJETIVOS	2
2. ALCANCE	3
3. ANTECEDENTES	4
3.1. Justificación y emplazamiento.....	4
3.2. Actividad que realiza la planta.....	4
3.2.1. Recepción y almacenamiento.....	5
3.2.2. Pre tratamiento	6
3.2.3. Selección de materiales	9
3.2.4. Controles de calidad, adecuación de materiales seleccionados y gestión del rechazo.	10
3.3. Reciclaje en España	12
3.4. Automatización de plantas.....	13
4. NORMAS Y REFERENCIAS.....	16
4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	16

4.2. Bibliografía.....	17
4.3. Programas de cálculo.....	17
4.4. Páginas web consultadas	18
5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	20
6. REQUISITOS DE DISEÑO	21
6.1. Funcionamiento de la máquina.....	21
6.1.1. Introducción.....	21
6.1.2. Pretratamiento necesario.....	22
6.1.3. Tecnología NIR	22
6.1.4. Limitaciones de la tecnología NIR	24
6.1.5. Tecnología VIS.....	26
6.2. Plásticos a seleccionar	26
6.2.1. Descripción de los plásticos seleccionados	29
6.3. Requisitos estructurales.....	31
6.4. Requisitos eléctricos.....	31
6.5. Requisitos de posición.....	32

7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES	34
7.1. Alternativas propuestas.....	34
7.2. Comparación de las alternativas	35
7.3. Alternativa escogida	37
7.4. Funcionamiento de la planta	38
8. RESULTADOS FINALES.....	40
8.1. Instalación.....	40
8.2. Sistema de alimentación ininterrumpido (SAI)	42
8.3. Cintas	44
8.3.1. Cinta vibratoria.....	44
8.3.2. Cintas transportadoras	45
8.4. Pellenc Mistral	48
8.5. Escaleras	49
8.5.1. Placa de anclaje	50
8.5.2. Perfil estructural HEB 180	50
8.5.3. Perfiles laminados UPN 140	52

8.5.4. Perfil estructural IPE 100	53
8.5.5. Rejilla metálica escalera	54
8.5.6. Anclaje guía-base inferior.....	56
8.5.7. Anclaje guía-base superior	57
8.5.8. Perfil ISO 40 x 40 x 2,6.....	58
8.5.9. Perfil ISO 30 x 30 x 2.....	61
8.5.10. Escalón.....	62
8.5.11. Rodapiés	63
8.5.12. Ensamblaje escalera.....	65
8.6. Soportes de las máquinas	66
8.6.1. Placa de anclaje.....	67
8.6.2. Perfil estructural HEB 180.....	67
8.6.3. Perfil estructural IPE 220	69
8.6.4. Rejillas soportes.....	71
8.6.5. Perfil ISO 40 x 40 x 2,6.....	73
8.6.6. Escalón soporte superior al inferior.....	75

8.6.7. Ensamblaje soportes de las máquinas	76
8.7. Trojes	76
8.7.1. Placa de anclaje	77
8.7.2. Perfil laminado ISO 60 x 60 x 5.....	77
8.7.3. Chapa de acero	78
8.7.4. Guías para cintas transportadoras:	79
8.7.5. Conductos para plásticos seleccionados en la segunda máquina	80
8.7.6. Perfiles L 20 x 20 x 3	81
8.7.7. Conductos para el plástico seleccionado en la primera máquina.....	82
8.7.8. Ensamblaje soportes de las máquinas, escaleras y trojes.....	83
8.8. Material	84
8.9. Uniones atornilladas	85
8.9.1. Anclaje base inferior-guía escalera	86
8.9.2. Anclaje base inferior-soporte descanso.....	87
8.9.3. Anclaje escalón-guía	88
8.10. Placas de anclaje	88

8.10.1. Placa de anclaje escalera.....	88
8.10.2. Placa de anclaje soportes	89
8.10.3. Placa de anclaje trojes de almacenamiento.....	90
8.11. Uniones soldadas.....	90
8.11.1. Estructura escaleras	92
8.11.2. Soporte superior.....	97
8.11.3. Soporte inferior.....	101
9. ADECUACIÓN DEL DISEÑO.....	107
9.1. Barandillas.....	107
9.2. Escaleras.....	108
9.3. Rejilla metálica.....	109
10. ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la nave industrial en Terrassa.....	4
Figura 2. Pala recogiendo residuos para ser posteriormente procesados. Fuente: Ecoembes	6
Figura 3. Residuos siendo descargados en las cintas transportadoras. Fuente: Ecoembes	7
Figura 4. Tromel de clasificación. Fuente: Ecoembes	8
Figura 5. Separados balístico. Fuente: Ecoembes	8
Figura 6. Triage manual. Fuente: Ecoembes	10
Figura 7. Trojes de almacenamiento de productos procesados. Fuente: Ecoembes	11
Figura 8. Balas de productos procesados. Fuente: Ecoembes	12
Figura 9. Contenedores en los que se depositan los diferentes tipos de plásticos y envases. Fuente: www.hoy.es.....	12
Figura 10. Planta de tratamiento de residuos en Logroño. Fuente: http://leblan.com	13
Figura 11. Localización de las plantas de selección de envases ligeros. Fuente: Ecoembes	14
Figura 12. Evolución de la automatización en plantas de selección. Fuente: Ecoembes .	14
Figura 13. Evolución de la efectividad de las plantas de selección. Fuente: Ecoembes ...	15

Figura 14. Longitudes de onda correspondientes a cada espectro. Fuente: Ecoembes ...	23
Figura 15. Comparación de la imagen de los plásticos con su detección en el espectro infrarrojo por los sensores NIR de la máquina. Fuente: LLA Instruments GmbH.....	25
Figura 16. Ranking europeo de reciclado. Fuente: PlasticsEurope	27
Figura 17. Índice de reciclado de envases plásticos en España. Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente	27
Figura 18. Total de plástico reciclado a lo largo de los últimos años en España. Fuente: Informes Anuales Cicloplast 2013	28
Figura 19. Consumo de plásticos en España. Fuente: Informe Cicloplast 2013	28
Figura 20. Residuos plásticos en España. Fuente: Informe Cicloplast 2013	29
Figura 21. Símbolo Tereftalato de polietileno (PET). Fuente: Ecoembes.....	30
Figura 22. Símbolo Polietileno de Alta Densidad (HDPE). Fuente: Ecoembes.....	30
Figura 23. Símbolo Polietileno de Baja Densidad (HDPE). Fuente: Ecoembes	31
Figura 24. Ubicación del conducto que redirigirá el PET hacia su troje.....	33
Figura 25. Máquina separadora de plásticos Titech Autosort. Fuente: Titech.....	34
Figura 26. Máquina separadora de plásticos Pellenc Mistral. Fuente: Pellenc	35
Figura 27. Esquema de funcionamiento del espejo poligonal de escaneo de la máquina Autosort. Fuente: TITECH.....	36

Figura 28. Esquema de funcionamiento de la máquina Mistral. Fuente: Pellenc.....	37
Figura 29. Máquina Pellenc Mistral. Fuente: Pellenc.....	37
Figura 30. Liebert PSI-XR 2200RT3-230 seleccionado. Fuente: Liebert.....	43
Figura 31. Diferentes conexiones del SAI Liebert PSI-XR 2200RT3-230. Fuente: Liebert	43
Figura 32. Cinta vibratoria Vecoplan. Fuente: Vecoplan.....	45
Figura 33. Distintas configuraciones del motor en las cintas transportadoras. Fuente: Camprodón	46
Figura 34. Detalle patas fijas para las cintas transportadoras. Fuente: Camprodón.....	47
Figura 35. Cintas transportadoras bajo los trojes. Fuente: Stadler	48
Figura 36. Pellenc Mistral en funcionamiento. Fuente: Pellenc.....	49
Figura 37. Placa de anclaje de las estructuras de las escaleras	50
Figura 38. Perfil estructural HEB 180.....	51
Figura 39. Perfil laminado UPN 140	52
Figura 40. Guía lateral de las escaleras	53
Figura 41. Perfiles IPE 100 utilizados en los descansos de las escaleras	54
Figura 42. Rejilla metálica utilizada en los descansos de las escaleras.....	55

Figura 43. Anclaje guía-base inferior.....	57
Figura 44. Anclaje guía-base superior	57
Figura 45. Perfil ISO 40 x 40 x 2,6.....	58
Figura 46. Baranda del primer y segundo descanso formada con perfiles ISO 40 x 40 x 2,6.....	59
Figura 47. Baranda del tercer descanso formada por perfiles ISO 40 x 40 x 2,6.....	60
Figura 48. Baranda del cuarto descanso formada por perfiles ISO 40 x 40 x 2,6.....	61
Figura 49. Baranda de las escaleras formada por perfiles ISO 30 x 30 x 2.....	62
Figura 50. Escalón.....	63
Figura 51. Rodapiés del primer y segundo descanso	64
Figura 52. Rodapiés del tercer descanso	64
Figura 53. Rodapiés del cuarto descanso	65
Figura 54. Ensamblaje de la escalera de servicio.....	66
Figura 55. Placas de anclaje de los soportes de las máquinas.....	67
Figura 56. Perfil estructural HEB 180	68
Figura 57. Perfil estructural IPE 220	69

Figura 58. Soporte superior de las máquinas	70
Figura 59. Soporte inferior de las máquinas.....	71
Figura 60. Rejilla metálica del soporte superior.....	72
Figura 61. Rejilla metálica del soporte inferior	73
Figura 62. Baranda soporte superior realizada con perfiles ISO 40 x 40 x 2,6	74
Figura 63. Baranda soporte inferior realizada con perfiles ISO 40 x 40 x 2,6.....	75
Figura 64. Escalón de acceso entre el soporte superior y el inferior.....	75
Figura 65. Ensamblaje de los soportes y las escaleras de servicio	76
Figura 66. Placa de anclaje de la estructura de los trojes.....	77
Figura 67. Perfil laminado ISO 60 x 60 x 5	78
Figura 68. Chapa de acero de 2mm de espesor.....	79
Figura 69. Guías para las cintas transportadoras	80
Figura 70. Conductos para plásticos seleccionados en la segunda máquina.....	81
Figura 71. Perfil L 20 x 20 x 3	82
Figura 72. Conducto para el plástico seleccionado en la primera máquina	83
Figura 73. Ensamblaje de los soportes de las máquinas, las escaleras y los trojes.....	84

Figura 74. Tornillos de acero A2-70	86
Figura 75. Anclaje base inferior-guía escalera	87
Figura 76. Anclaje base inferior-soporte descanso	87
Figura 77. Anclaje escalón-guía	88
Figura 78. Placa de anclaje escalera	89
Figura 79. Placa de anclaje soportes	90
Figura 80. Soldeo por arco SMAW	91
Figura 81. Estructura escalera inferior	92
Figura 82. Estructura escalera superior	93
Figura 83. Unión tipo 1 escaleras. Pernos-placa de anclaje-pilar	94
Figura 84. Unión tipo 2 escaleras. Viga-pilar-viga	95
Figura 85. Unión tipo 3 escaleras. Viga-pilar-viga	95
Figura 86. Unión tipo 4 escaleras. Viga-pilar-viga	96
Figura 87. Unión tipo 5 escaleras. Viga-pilar-viga	97
Figura 88. Soporte superior	97
Figura 89. Unión tipo 1 soporte superior. Perno-placa de anclaje-pilar	98

Figura 90. Unión tipo 2 soporte superior. Viga-pilar-viga	99
Figura 91. Unión tipo 3 soporte superior. Viga-pilar-viga	100
Figura 92. Unión tipo 4 soporte superior. Viga-viga	100
Figura 93. Unión tipo 5 soporte superior. Pilar-viga	101
Figura 94. Soporte inferior	102
Figura 95. Unión tipo 1 soporte inferior. Perno-placa de anclaje-pilar	103
Figura 96. Unión tipo 2 soporte inferior. Viga-viga	104
Figura 97. Unión tipo 3 soporte inferior. Viga-pilar-viga.....	105
Figura 98. Unión tipo 4 soporte inferior. Viga-pilar-viga.....	106
Figura 99. Unión tipo 5 soporte inferior. Viga-pilar-viga.....	106

0. HOJA DE IDENTIFICACIÓN

Título del proyecto:

Diseño y cálculo de un sistema de clasificación automática mediante sistemas neumáticos.

Promotor:

El presente documento es un Trabajo Final de Grado de la Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT), más concretamente del Grado de Ingeniería Mecánica, por lo que se considera a esta la promotora.

Campus de Anchieta. Avenida Astrofísico Francisco Sánchez s/n. 38206, La Laguna.

Teléfono: 922 84 50 59

Email: ingenieria@ull.es

Tutor Proyecto: Alejandro Félix Molowny López-Peñalver, Departamento de Ingeniería Industrial.

Autores:

Iván Hernández Jacinto

DNI: 78639022-K

Arístides Hernández Pérez

DNI: 78646644-F

Alumnos de Grado en Ingeniería Mecánica de la Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología.

1. OBJETIVOS

Los objetivos de este proyecto son:

- Implementar dos separadores ópticos y neumáticos en una planta de tratamiento de residuos ya existente, con el fin de poder separar diferentes tipos de plásticos automáticamente.
- Modificar la instalación eléctrica de la planta para incluir varios circuitos que permitan alimentar las nuevas máquinas con sus correspondientes interruptores en el cuadro de mando y protección.
- Optimizar la línea de producción para dar cabida en la nave a las nuevas máquinas, así como a otros elementos que se han de añadir.

The main aims of this project are:

- *Implement two optic and pneumatic sorting machines in a waste treatment plant that already exists in order to be able to sort different types of plastics automatically.*
- *Modify the electric installation of the plant including a few circuits in order to supply the electricity that the new machines need. Besides those new circuits have their corresponding circuit breakers in the distribution board.*
- *Optimise the production line in order to include the new machines as well as other elements included in the plant.*

2. ALCANCE

En este proyecto se pretende estudiar la posibilidad de introducir una máquina ya existente en el mercado en una planta de tratamiento de residuos.

El estudio se basará en el cálculo y diseño de los siguientes componentes necesarios para el funcionamiento de la máquina como:

- Plataformas para soportar las máquinas.
- Trojes en los que se depositarán los materiales ya seleccionados.
- Escalera de servicio.

Además, se realizarán los cálculos de la nueva instalación eléctrica y modificarán los planos de la edificación de modo que se optimice el proceso de tratamiento de residuos.

Por el contrario, no se incluirán en este proyecto los cálculos relacionados con el funcionamiento de la nueva máquina a parte de su consumo eléctrico total. Así pues, no se estudiará el consumo neumático o de los diversos componentes que incluya la máquina por separado, sino ya incluidos en el total del consumo eléctrico de la misma.

3. ANTECEDENTES

3.1. Justificación y emplazamiento

Para llevar a cabo el presente proyecto, Se ha tomado una nave existente Terrassa, en la comunidad autónoma de Cataluña. Concretamente, se encuentra dentro del polígono industrial Els Bellots.



Figura 1. Ubicación de la nave industrial en Terrassa

3.2. Actividad que realiza la planta

Esta nave se trata de una planta de tratamiento de residuos especializada en la clasificación, de forma manual y/o mecánica, de los diferentes tipos de materiales, procedentes de la recogida selectiva realizada por los ciudadanos a través de los diferentes contenedores de la vía pública, en función de su composición.

Dentro de la planta de selección, se produce el proceso de tratamiento de los materiales seleccionados. Dicho proceso se divide en cuatro principales operaciones:

- Recepción y almacenamiento
- Pre tratamiento
- Selección de materiales
- Controles de calidad, adecuación de materiales seleccionados y gestión del rechazo.

3.2.1. Recepción y almacenamiento

En primer lugar, los vehículos con los residuos de materiales recolectados de la vía pública llegan a la planta y han de pasar por el correspondiente control de acceso y pesaje en la báscula.

Acto seguido, una vez pesados e identificados los vehículos, se dirigen al área de recepción donde se descargan los residuos en el lugar indicado por el operador del área de descarga y alimentación.



Figura 2. Pala recogiendo residuos para ser posteriormente procesados. Fuente: Ecoembes

Por último, es una pala la encargada de posicionar y apilar los residuos hasta la superficie destinada para el almacenamiento previo al tratamiento.

3.2.2. Pre tratamiento

En la etapa de pre tratamiento estándar en una planta de selección de materiales, se siguen una serie de pasos que se enumeran a continuación.

En primer lugar, los residuos son recogidos por la pala y trasladados hasta el alimentador dosificador provisto de velocidad y caudal variables. Acto seguido, se descargan en una cinta transportadora, donde los operarios de triaje seleccionan aquellos materiales que por su tamaño o forma puedan llegar a ser perjudiciales para los tratamientos posteriores.



Figura 3. Residuos siendo descargados en las cintas transportadoras. Fuente: Ecoembes

En segundo lugar, los residuos no seleccionados son enviados a un abrebolsas cuya misión es extraer los materiales de las bolsas siendo preparados para el resto de las operaciones de selección.

A continuación, los componentes de las bolsas se someten a un proceso de cribado por medio de un tromel que clasificará los materiales en distintos tamaños según se requiera.



Figura 4. Tromel de clasificación. Fuente: Ecoembes

Por último, se produce la clasificación de los materiales con el separador balístico. Este separador, se encarga de someter a los materiales de tamaño intermedio a la clasificación balística correspondiente según su forma, tamaño y densidad.



Figura 5. Separados balístico. Fuente: Ecoembes

3.2.3. Selección de materiales

En este tercer apartado, se produce la sección de los materiales en función de los diferentes procesos de separación utilizadas para ello.

3.2.3.1. Separación magnética

El flujo de rodantes de la separación balística es sometido a selección de materiales magnéticos mediante separadores del tipo over-band.

Además, las diferentes fracciones de finos del trómel y del separador balístico, son sometidas a selección de materiales magnéticos antes de pasar a formar parte de los rechazos de la selección.

3.2.3.2. Separación de inducción

En este caso, el flujo de materiales no seleccionados aún, es sometido a selección de metales no magnéticos mediante un separador de corrientes de Foucault.

3.2.3.3. Separación manual

Los materiales no seleccionados, convergen en una cinta sobre la que son sometidos a triaje manual. El resto no seleccionado pasa a formar parte de los rechazos de la selección.

Es en este apartado, donde entra en juego la misión del separador de plásticos utilizando sistemas ópticos y neumáticos, pues su función será tratar los diferentes plásticos que aún no han sido seleccionados en ninguno de los procesos anteriores, y a su vez, suprimir esta separación manual de la que se ha hablado, ya que dicha separación conlleva el riesgo de que el personal pueda cometer un error a la hora de seleccionar los plásticos, y terminen mezclándose en un recipiente en el deberían estar presentes solo los plásticos de un mismo tipo.

De esta forma, la máquina someterá a los plásticos a una separación óptica utilizando la luz reflejada por el propio plástico para determinar su naturaleza química. Por ello, gracias a un estudio espectrofotométrico, se clasificarán las distintas longitudes de ondas de los diferentes tipos de plásticos a tratar. A partir de aquí, entra en juego el circuito neumático, debido a que, comparando la información que recoge la máquina con la existente en una base de datos, se activarán las electroválvulas y se producirá el soplado del tipo de plástico que se quiere separar en función de la longitud de onda reflejada.

3.2.4. Controles de calidad, adecuación de materiales seleccionados y gestión del rechazo.

Por último, existe un cuarto apartado en el que se establece la necesidad de realizar controles de calidad debido a errores producidos en los diferentes equipos durante el proceso de selección. Esto se produce porque los materiales de envases seleccionados contienen impurezas que reducen la pureza del producto final, por lo que se retiran las impurezas mediante triaje manual.



Figura 6. Triaje manual. Fuente: Ecoembes

Además, se requiere un almacenamiento temporal para los materiales seleccionados que son depositados en silos destinados para ellos, y que clasifican los materiales en función

de su densidad de su producción. Una vez allí, se mantienen a la espera de ser densificados mediante operaciones de prensado.



Figura 7. Trojes de almacenamiento de productos procesados. Fuente: Ecoembes

Cuando se requiera, los materiales almacenados son sometidos a operaciones de aumento de densidad, por medio de prensas. Gracias a ello, se obtienen balas con densidades adecuadas al almacenamiento definitivo y transporte posterior, con el fin de cumplir con la normativa vigente.



Figura 8. Balas de productos procesados. Fuente: Ecoembes

Por último se requiere en la planta que los rechazos producidos durante el proceso se gestionen de la forma correcta. Por ello, todos los rechazos de la instalación de selección se concentran habitualmente en una única cinta transportadora de salida que los descarga en el punto de evacuación.

3.3. Reciclaje en España

En este apartado, se ha considerado que en España, los ciudadanos demuestran cada vez más su compromiso con el medioambiente depositando sus envases en los contenedores para tal efecto. Es por ello por lo que se ha visto oportuno la implantación de una nueva máquina que sea capaz de separar esos distintos tipos de plásticos para posteriormente poder ser reciclados.



Figura 9. Contenedores en los que se depositan los diferentes tipos de plásticos y envases. Fuente: www.hoy.es

Además, se debe tener en cuenta la importancia del reciclado de los plásticos, pues a partir de este proceso, se consigue:

- La reducción de los vertederos

- Menos emisiones de CO2
- Ahorro de agua
- Ahorro de energía
- Creación de empleo verde



Figura 10. Planta de tratamiento de residuos en Logroño. Fuente: <http://leblan.com>

3.4. Automatización de plantas

En la actualidad en el territorio español hay un total de 95 plantas de selección de envases ligeros, en el que hay un total de 53 que funcionan automáticamente. En el siguiente gráfico, se muestra el listado de las distintas plantas de selección de envases ligeros en España:

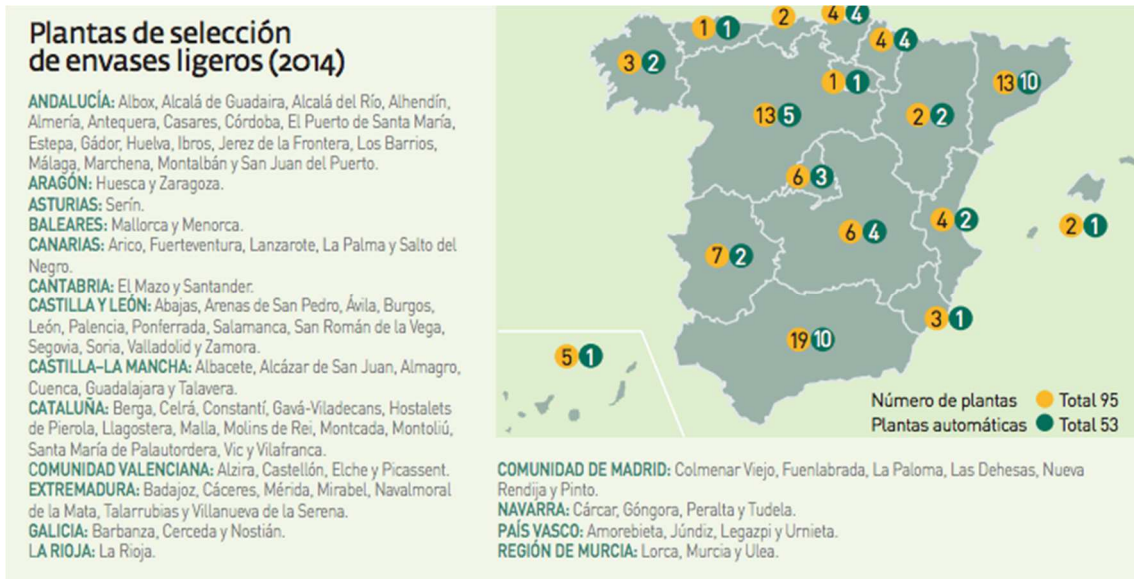


Figura 11. Localización de las plantas de selección de envases ligeros. Fuente: Ecoembes

Es preciso destacar la importancia de que en los últimos años está generando la automatización de las diferentes plantas de tratamiento. Si se analiza el siguiente gráfico, se ha pasado de no tener ninguna planta de tratamiento automática en el año 2000 a tener un mayor número de plantas automáticas respecto a manuales en el año 2014. Esto quiere decir, que poco a poco, el proceso industrial de la selección de materiales ligeros se seguirá automatizando, y cada vez más se irá reduciendo el trabajo manual en dichas plantas de selección.

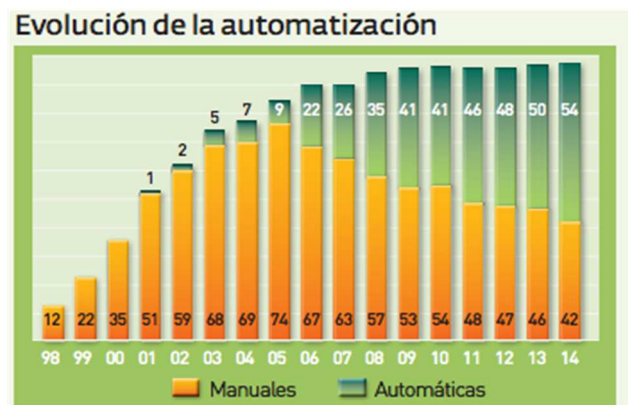


Figura 12. Evolución de la automatización en plantas de selección. Fuente: Ecoembes

Como bien se ha indicado anteriormente, el proceso de automatización de las plantas de selección ha venido aumentando en los últimos años, y este hecho ha provocado que dichas plantas hayan aumentado la efectividad en su proceso industrial. En el siguiente gráfico, se puede observar cómo ha crecido dicha efectividad debida a la automatización de las plantas de selección:

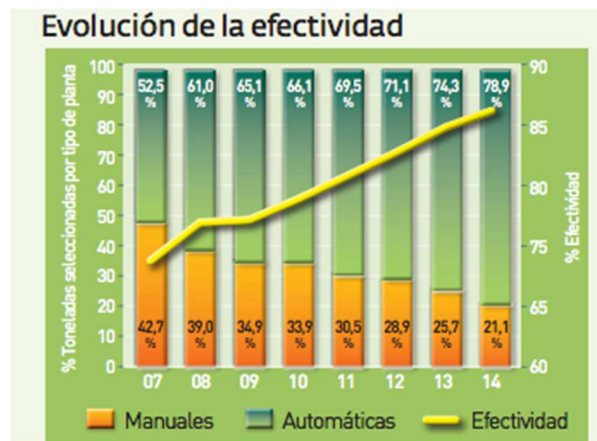


Figura 13. Evolución de la efectividad de las plantas de selección. Fuente: Ecoembes

De esta forma, la automatización de la planta aportaría otra ventaja con respecto al método que se realiza ya que, gracias a dicha automatización, se consigue que se pueda aumentar la velocidad de la cinta, y por lo tanto agilizar el proceso de separado de los plásticos.

4. NORMAS Y REFERENCIAS

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

Para la elaboración del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normativas:

- Criterios generales para la elaboración de proyectos, UNE 15701, febrero 2002.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión. Real Decreto 842/2002
- Norma EN ISO 14122-2 sobre Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas e instalaciones industriales.
- Norma EN ISO 14122-3 sobre Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas e instalaciones industriales.
- Norma EN 10025. Aceros estructurales en Europa.
- Norma UNE EN ISO 2560:2010. Consumibles para soldeo. Electrodo recubierto para el soldeo manual al arco de aceros no aleados y de grano fino. Clasificación.
- Reglamento y normas de presentación de los trabajos fin de grado, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial.
- Dibujos técnicos, plegado de planos, UNE 1027.
- Dibujos técnicos, principios generales de representación, UNE 1032.
- Dibujos técnicos, cuadro de rotulación, UNE 1035.

- Dibujos técnicos, acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales, UNE 1039.
- Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006
- Real Decreto 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

4.2. Bibliografía

En este apartado se incluyen los libros y documentos utilizados para la elaboración y redacción de este proyecto:

- Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad Estructural. Acero
- Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- Apuntes de Oficina Técnica. Proyectos. Fuente: Propia.
- Apuntes de Teoría de estructuras y construcciones industriales I. Fuente: Propia

4.3. Programas de cálculo

Los programas utilizados en la elaboración de este proyecto son:

- AutoCAD 2013: Planos.
- Microsoft Excel: Cálculos de instalaciones.
- Microsoft Word: Redacción del proyecto.

- Solidworks 2013: Diseño y cálculo de los componentes estructurales.
- Cype 3D. Cype 2015: Cálculo de las estructuras.
- Arquímedes. Cype 2015: Cálculo de las estructuras.

4.4. Páginas web consultadas

<https://www.ecoembes.com/es/ciudadanos/envases-y-proceso-reciclaje/proceso-recogida-seleccion-reciclaje> (ANTECEDENTES)

<https://www.ecoembes.com/es/ciudadanos/envases-y-proceso-reciclaje/reciclaje-en-datos>
(ANTECEDENTES)

http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2002-18099 (REAL DECRETO BT)

<http://www.residuosprofesional.com/my-product/sistema-de-clasificacion-de-residuos-autosort-4/>

<http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-07-04-espectrofotometria.pdf>

<http://www.pellencst.com/wp-content/uploads/2014/04/English-Mistral-Brochure.pdf>
(catálogo Pellenc)

<http://www.titech.es/sorting-equipment/titech-autosort-10715>

http://www.vecoplan.de/auftritt/daten/pdf/en_Vibrorinne_DB.pdf (Catálogo cinta vibradora)

http://www.saigosl.com/imagenes/Catalogo_Saigo_PRODUCTOS_.pdf (Catálogo rejillas metálicas)

<http://www.camprodon.biz/sites/default/files/CatalogL4545sinMarcas.pdf> (Catálogo cintas transportadoras)

<http://www.hilti.es>

<http://www.generadordeprecios.info>

<http://www.ecoreciclar.com.ar>

<http://www.retema.es>

5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Documento básico. Seguridad estructural.

Acero

HDPE: Polietileno de alta densidad

IVA: Impuesto sobre el Valor Añadido

LDPE: Polietileno de baja densidad

NIR: Near Infrared (Región de infrarrojos cercana)

PET: Tereftalato de polietileno

RBT: Reglamento de Baja Tensión

SAI: Sistema de alimentación ininterrumpida

SMAW: Shielded metal arc welding (Soldadura por arco con electrodo metálico revestido)

UV: Ultravioleta

VIS: Espectro visual

6. REQUISITOS DE DISEÑO

6.1. Funcionamiento de la máquina

6.1.1. Introducción

Para llevar a cabo el proyecto, hay que establecer cómo va a trabajar la máquina que se implementará, así como las diferentes tecnologías que utiliza para tratar los diferentes plásticos. Es por ello, que el objetivo para que dicha máquina funcione a la perfección, es aprovechar las propiedades intrínsecas que diferencian a cada fracción del resto de materiales.

Los diferentes sensores ópticos se pueden clasificar según:

- Número de bloque de válvulas: Mono válvula o doble válvula.
- Posición de la válvula: Top o Bottom.
- Número de canales: Mono canal, de doble o triple canal.
- Tecnología usada: NIR, VIS, otros.

En nuestro caso, la máquina seleccionada utilizará la luz reflejada por el propio plástico para determinar su naturaleza química. Por ello, gracias a un estudio espectrofotométrico, se clasificarán las distintas longitudes de ondas de los diferentes tipos de plásticos a tratar.

Según la longitud de ondas analizadas, existen dos tecnologías principales utilizadas en las plantas, que son la tecnología mediante sensores NIR y la tecnología mediante cámaras VIS.

6.1.2. Pretratamiento necesario

Para asegurar un correcto funcionamiento de los sensores ópticos, es preciso establecer una serie de aspectos necesarios que proporcionarán una alimentación adecuada en el separador óptico para obtener unos valores óptimos de efectividad y pureza en el proceso selectivo. Estos aspectos son:

Flujo multicapa

Es de vital importancia que los distintos tipos de envases no sean tapados entre ellos, ya que sino el separador óptico solo va a detectar el material superior.

Distribución homogénea

Distribuir los envases de manera que cubran en su totalidad el ancho de la cinta transportadora es un aspecto importante a la hora de pasar a través del sensor óptico.

Estabilización del flujo de entrada

Asegurar que los envases que pasen por el sensor, estén lo suficientemente triturados para evitar que puedan rodar o dar problemas de sincronización entre el tiempo de detección y soplado.

6.1.3. Tecnología NIR

La espectroscopia infrarroja es una de las técnicas analíticas más potentes para la identificación o el análisis de muestras orgánicas, basada en la excitación de los estados de energía en las moléculas por la radiación infrarroja. Esta técnica permite obtener conclusiones directas sobre los diferentes materiales mediante la aplicación de activos infrarrojos.

La espectroscopia NIR se utiliza a menudo para el análisis rápido de muestras en el análisis de procesos. Aquí, la radiación infrarroja generada por lámparas halógenas se dirige hacia la superficie de la muestra. La radiación reflejada por la muestra se divide espectralmente y es detectada como función de la longitud de onda. Dependiendo del material de la muestra, los rangos de longitud de onda específica son particularmente fuertemente absorbidos. Dichas longitudes de onda se corresponden con la frecuencia de resonancia de las moléculas excitadas. A partir del espectro y de las características para cada material, por medio de un análisis matemático y la comparación con espectros de referencia, el material de muestra puede determinarse de forma fiable.

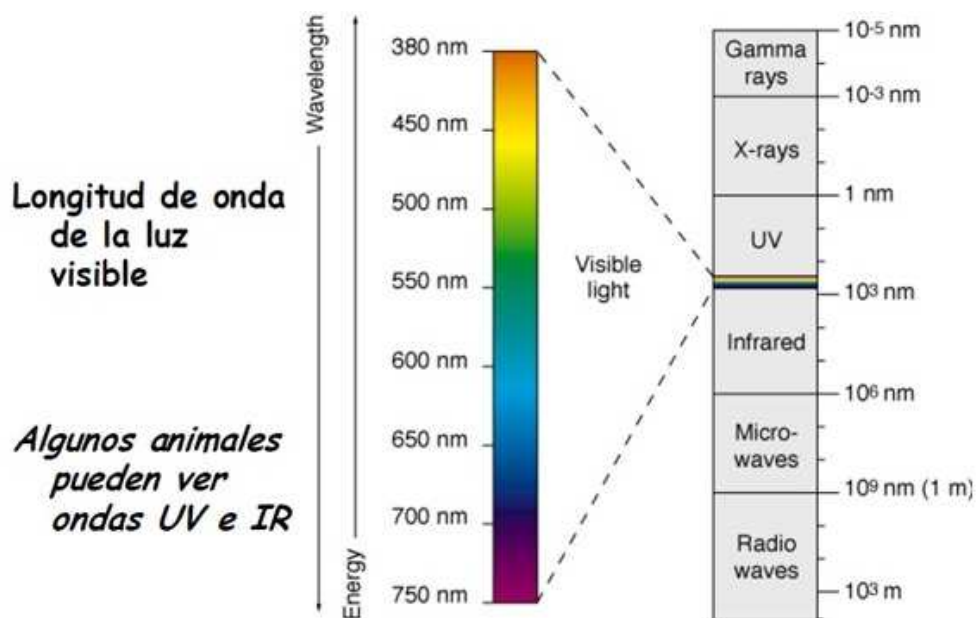


Figura 14. Longitudes de onda correspondientes a cada espectro. Fuente: Ecoembes

El funcionamiento de este separador óptico de infrarrojo cercano es el siguiente:

- 1) El material es transportado por medio de una cinta transportadora
- 2) El material es iluminado mediante haces de luz blanca.

- 3) Debido a esa luz blanca, los electrones de los átomos se excitan y reflejan una corriente de luz.
- 4) Esa corriente es captada por el escáner y reflejada mediante un espejo giratorio a un espectrofotómetro.
- 5) El espectrofotómetro analiza las longitudes de ondas cercanas al infrarrojo cercano de la luz que ha reflejado el material.
- 6) La información recogida es enviada a la base de datos de un ordenador para ser comparada con las longitudes de onda ya detectadas.
- 7) Dicho ordenador, está configurado en función de la velocidad de la cinta y la distancia del escáner a las electroválvulas para establecer el tiempo que tardará en llegar el material a las electroválvulas.
- 8) De esta forma, según la posición y tiempo calculado por el ordenador, se activará la electroválvula correspondiente cuando lo cree oportuno.
- 9) Se produce el soplado del material que caerá en el depósito correspondiente.

6.1.4. Limitaciones de la tecnología NIR

Como en todo proceso industrial, siempre existen una serie de limitaciones que hacen a la máquina no ser perfecta. En este caso, las limitaciones de la tecnología NIR, se podrían resumir en cinco apartados:

Limitaciones por color

La tecnología no es capaz de detectar cuerpos oscuros, ya que dichos cuerpos absorben totalmente la radiación cercana al infrarrojo.

Limitaciones por etiqueta

En el caso de que la etiqueta que envuelva al envase sea de diferente tipo de plástico que el mismo envase, el separador confunde el material y es probable que aparezcan errores.

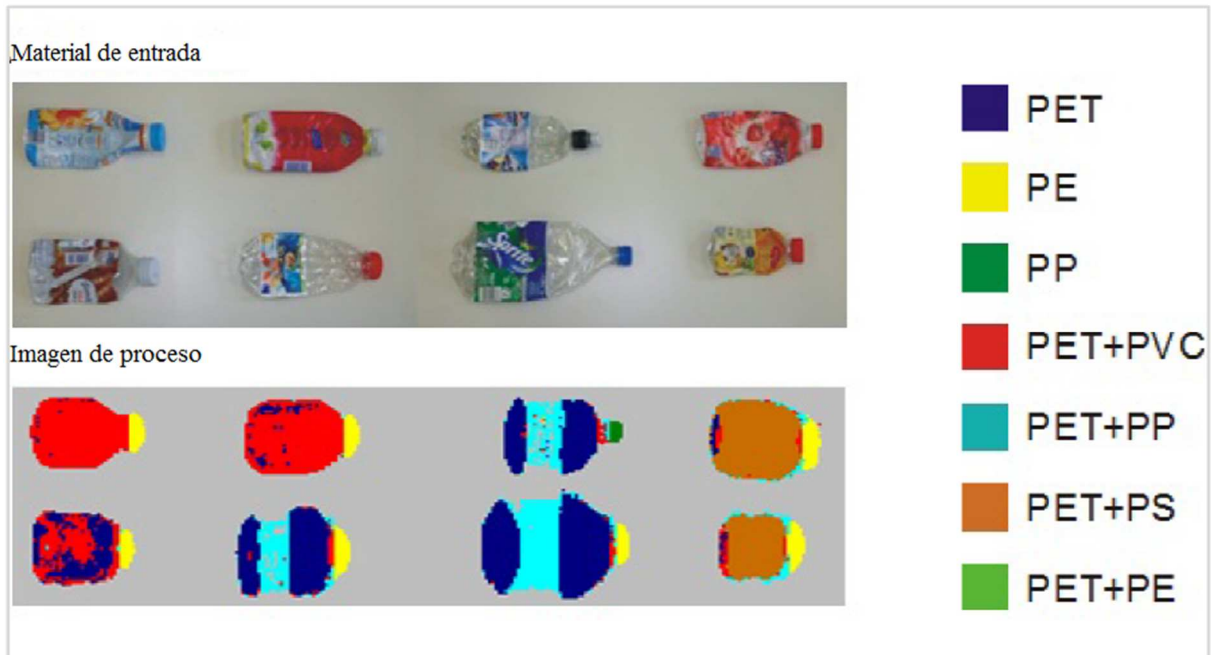


Figura 15. Comparación de la imagen de los plásticos con su detección en el espectro infrarrojo por los sensores NIR de la máquina. Fuente: LLA Instruments GmbH

Limitaciones en superficies metalizadas

Estos sensores no son capaces de detectar un material metalizado, ya que no se produce absorción de luz en el material sino que sale reflejada por completo.

Limitaciones en materiales con muchas capas

En el caso de que el envase sea una composición de diferentes materiales, puede llevar a confusión a los sensores.

Errores en el soplado

También son comunes en estos sensores errores a la hora de soplar los envases por diversos motivos:

- El material es muy ligero y el soplido del mismo lo lleva a depósitos erróneos.
- El material no está completamente triturado.

6.1.5. Tecnología VIS

Esta tecnología es un método de análisis que tiene como principio de medición la absorción y/o transmisión de la energía radiante emitida por una fuente de luz que atraviesa una sustancia. Pretende detectar contaminantes mediante la recepción de ondas cuyas longitudes se encuentran en el espectro visible. Así pues, este tipo de tecnología solo diferenciará distintos objetos en función de su color.

Por lo tanto, es importante el funcionamiento de las dos tecnologías VIS y NIR para la misma máquina ya que la primera seleccionará en función del color de los materiales entrantes, pudiendo encontrar contaminantes para ser retirados y la segunda se basará en la composición de los materiales para realizar el proceso de clasificación.

6.2. Plásticos a seleccionar

En este apartado, es preciso establecer qué tipo de plástico se va a reciclar por medio de la máquina seleccionada, así como las razones que nos llevan a ello. Por eso, se ha realizado un estudio de los índices de reciclaje de plásticos en España, que nos permitirán seleccionar qué tipo de plásticos son los más adecuados.

En la actualidad, según el informe anual de Cicloplast de 2013, España se encuentra dentro del top 10 de reciclado de plásticos en Europa, ocupando la quinta posición de la tabla.

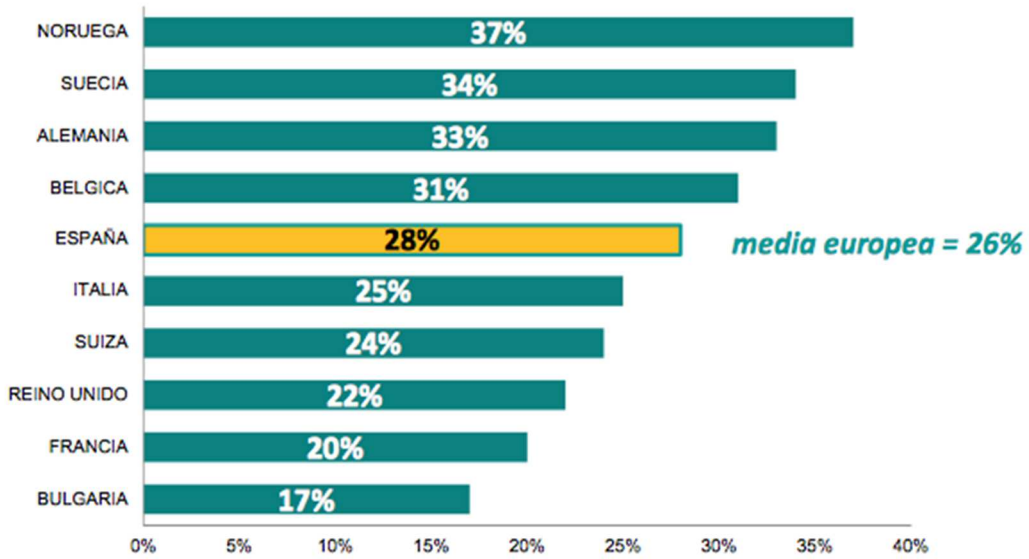


Figura 16. Ranking europeo de reciclado. Fuente: PlasticsEurope

Además, según información del índice de reciclado de envases plásticos en España, se han superado los objetivos legales establecidos como se puede ver en la siguiente gráfica.

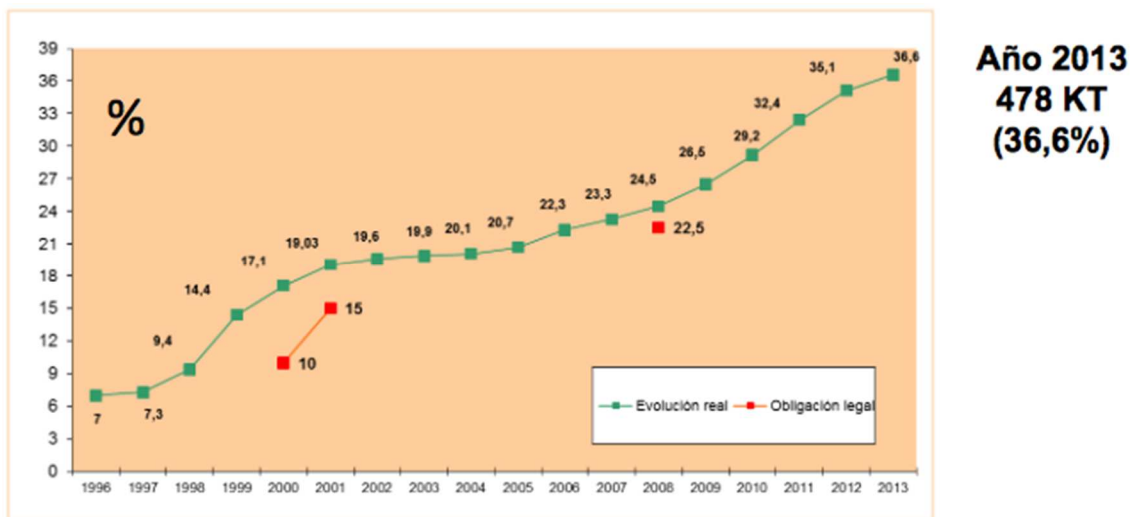


Figura 17. Índice de reciclado de envases plásticos en España. Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Además, se puede observar en la siguiente gráfica como también ha aumentado la cantidad total de plásticos reciclados en España durante los últimos años:



Figura 18. Total de plástico reciclado a lo largo de los últimos años en España. Fuente: Informes Anuales Cicloplast 2013

Observando estos índices del reciclaje que cada año salen a la luz por parte de los informes de *Cicloplast*, se puede observar que tanto para consumo como residuos, los plásticos más demandados y reciclados son los dedicados a los envases.

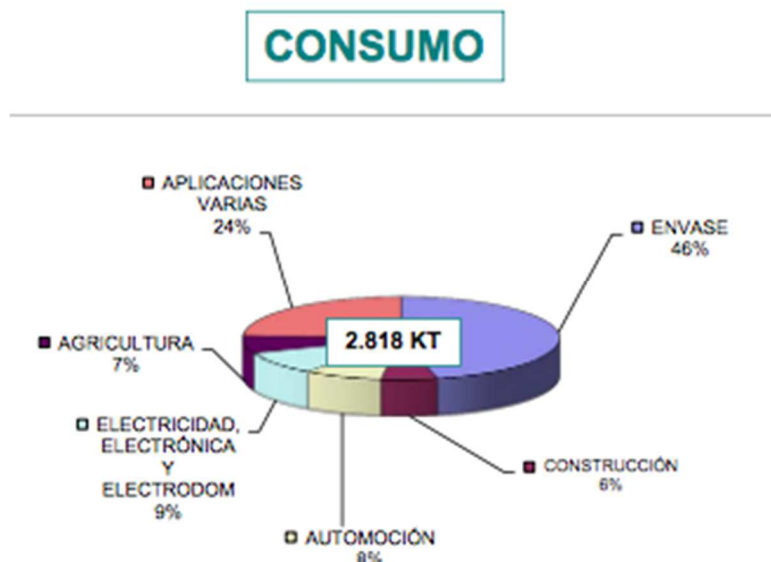


Figura 19. Consumo de plásticos en España. Fuente: Informe Cicloplast 2013

Así pues, el sector del envase y embalaje invade la gran mayoría de las actividades manufactureras y muestra un gran dinamismo, pues solamente en España este mercado mueve

aproximadamente 2.640 millones de euros, lo que representaría un 46 % del total del plástico utilizado para las distintas aplicaciones.



Figura 20. Residuos plásticos en España. Fuente: Informe Cicloplast 2013

Es por ello, que se ha decidido seleccionar los tres tipos de plásticos que se ajustan a los índices de reciclado que se han teniendo en España en los últimos años. Se trata de los plásticos PET (tereftalato de polietileno), HDPE (polietileno de alta densidad) y LDPE (polietileno de baja densidad). Estas clases de plásticos, son las que serán recicladas principalmente con la máquina seleccionada en la planta de tratamiento.

6.2.1. Descripción de los plásticos seleccionados

- PET o PETE (tereftalato de polietileno)

Este es uno de los plásticos reciclados con más frecuencia por los consumidores no solo a nivel nacional sino a nivel mundial. Dentro del grupo del PET, se incluyen algunas botellas de refrescos, envases de bebidas gaseosas, jugos, artículos de farmacia, medicamentos, botellas de agua de plástico, tarros de mantequilla o envolturas de plástico entre otros.



Figura 21. Símbolo Tereftalato de polietileno (PET). Fuente: Ecoembes

- HDPE (polietileno de alta densidad)

Este tipo de plástico reciclable es también con frecuencia reciclado por los consumidores a muy altos niveles. Los plásticos incluidos en la categoría de HDPE incluyen envases de leche de plástico, botellas de jugo, botellas de champú, envases de detergente líquido o cajones para pescado entre otros.



Figura 22. Símbolo Polietileno de Alta Densidad (HDPE). Fuente: Ecoembes

- LDPE (Polietileno de baja densidad)

Este polímero se caracteriza por buena resistencia al impacto, flexibilidad y es muy bueno para ser procesado. Se utiliza en bolsas, film, juguetes y botellas



Figura 23. Símbolo Polietileno de Baja Densidad (HDPE). Fuente: Ecoembes

6.3. Requisitos estructurales

Para poder cumplir con el objetivo último de este proyecto, que es la realización de un soporte para acoplar una máquina separadora de plásticos mediante sistemas neumáticos, se han tenido en cuenta los siguientes requisitos de diseño:

La estructura debe soportar el propio peso de la máquina, así como el peso de los diferentes operarios que tendrán acceso a ella.

Además, se acoplará a la estructura una escalera que permita un acceso cómodo a la máquina, que se encontrará a 6 metros de altura.

Por otra parte, se deben acoplar los diferentes compartimentos de los que se obtienen los plásticos ya separados a sus respectivos trojes de almacenamiento.

También se deberán de ajustar distintas cintas transportadoras a dichos trojes, para tener la posibilidad de enviar un mismo tipo de plástico a la compactadora cuando se requiera.

6.4. Requisitos eléctricos

Con respecto a la instalación eléctrica de la máquina, se deberá de disponer de un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) que proporcione energía eléctrica a la máquina por un tiempo limitado si se sufriera un apagón, para no dañar los sensores que son muy

débiles. Esto solo se aplicará a la parte electrónica de la máquina debido a que esta parte es bastante sensible, mientras que el sistema neumático y la cinta transportadora de la propia máquina no necesitarán de este sistema.

Además, es preciso realizar la modificación del cuadro eléctrico existente en la planta, para incluir los nuevos interruptores magneto térmicos necesarios. La nueva instalación que se realice se obtendrá a partir de una línea de reserva existente en el cuadro eléctrico de la nave.

También se debe de disponer de una cinta transportadora vibratoria que se colocará a la entrada de la máquina y que permita la repartición de los distintos plásticos por todo el ancho de la cinta, para facilitar la lectura de los sensores NIR.

6.5. Requisitos de posición

Para que el funcionamiento de las máquinas pueda darse continuamente, se deben cumplir unos requisitos de modo que el plástico seleccionado pueda salir hacia su troje correspondiente así como el plástico no seleccionado por la primera máquina pueda caer en la segunda.

Para que el plástico seleccionado por la primera máquina pueda ser conducido hasta su respectivo troje, la parte delantera de la cinta transportadora de la máquina estará alineada verticalmente con la parte interior de la viga de la estructura de soporte inferior que se muestra en la figura 24.

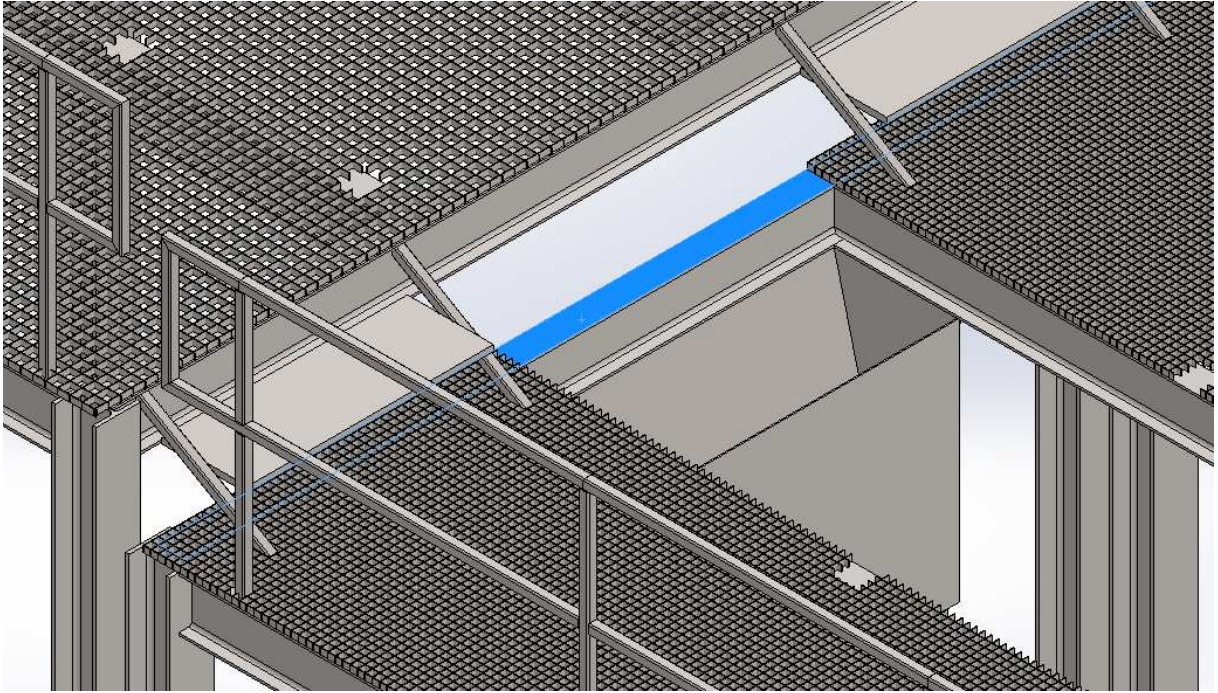


Figura 24. Ubicación del conducto que redirigirá el PET hacia su troje

De ese modo, el plástico seleccionado será soplado hacia abajo y desplazado hasta el conducto que lo llevará hacia su respectivo troje.

Además, para que los plásticos no seleccionados en la primera máquina puedan caer hasta la cinta de la segunda, la distancia entre el final de la cinta transportadora de la primera máquina y el principio de la cinta transportadora de la segunda máquina deberá ser como máximo de 840mm y como mínimo de 500mm ya que esta última es la longitud del conducto que irá hacia el primer troje.

7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

7.1. Alternativas propuestas

En un primer momento, la idea era implantar en la nave un modelo comercial de máquina capaz de separar los plásticos mediante tecnología NIR de la marca TITECH. En concreto, se trataba del modelo Autosort. A continuación se muestra una imagen de la misma:



Figura 25. Máquina separadora de plásticos Titech Autosort. Fuente: Titech.

Sin embargo, más adelante indagando en la red, se encontró otra máquina muy similar a la descrita anteriormente, pero en este caso de la marca PELLENC, concretamente el modelo Mistral. Este nuevo modelo, tiene un consumo algo menor que la primera de las alternativas.

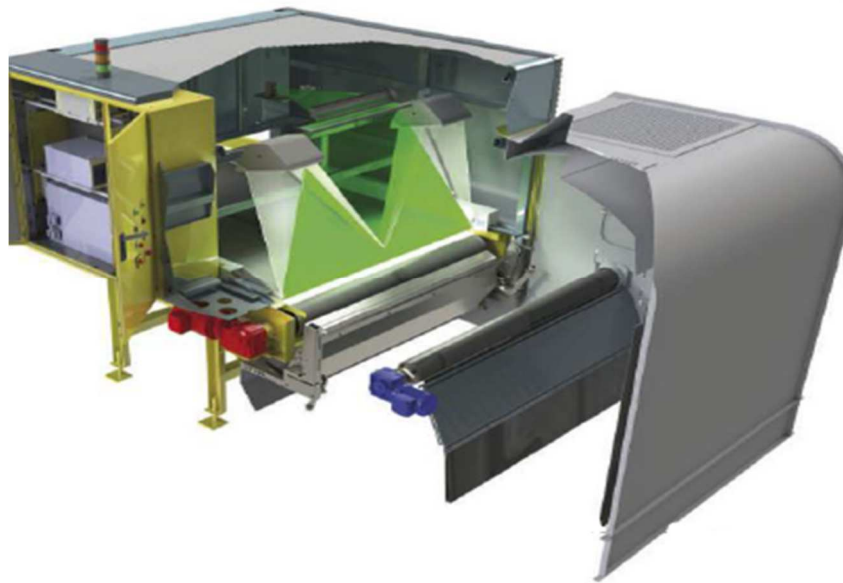


Figura 26. Máquina separadora de plásticos Pellenc Mistral. Fuente: Pellenc

7.2. Comparación de las alternativas

El modelo Autosort de la marca TITECH utiliza un espectrómetro NIR de escaneo. En él, dos líneas de bombillas individuales generan a través de la cinta transportadora una franja de luz. Las muestras pasan a través de esta franja de luz. Un espejo poligonal rotativo explora continuamente a través de un espejo inclinado una tira de iluminación sobre la cinta transportadora y dirige la luz reflejada de las muestras a un espectrógrafo montado fijo. Existen una serie de detectores NIR dispuestos en el plano de la imagen del espectrógrafo.

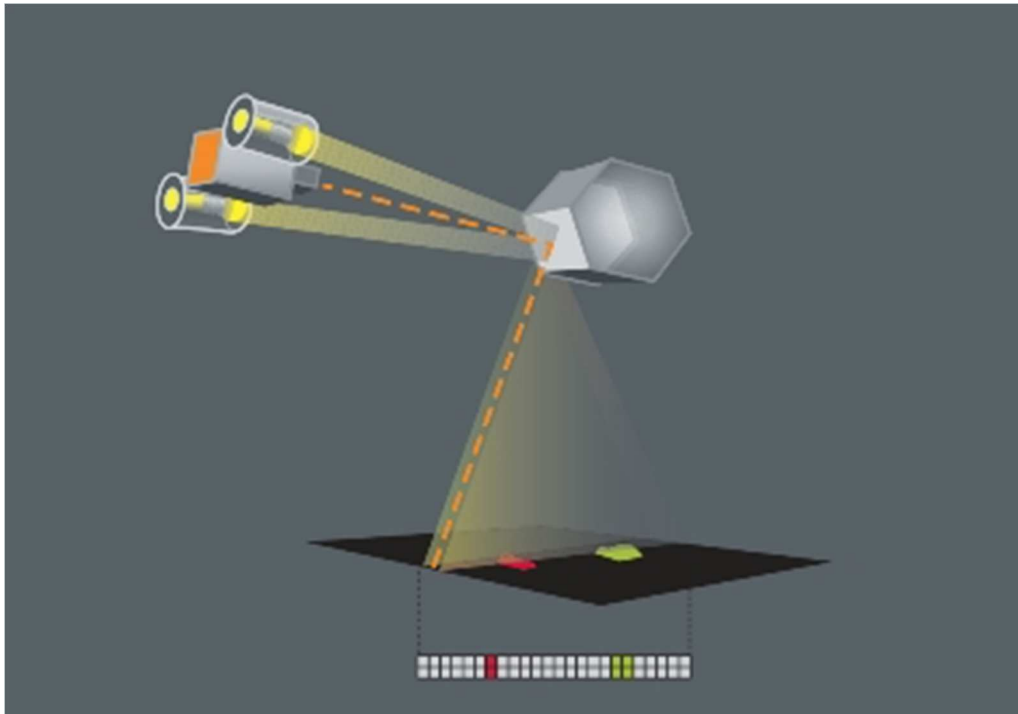


Figura 27. Esquema de funcionamiento del espejo poligonal de escaneo de la máquina Autosort. Fuente: TITECH

Al igual que TITECH, también la marca Pellenc Mistral opera sobre la base de un espectrómetro de NIR de exploración. Dos luces pluma de halógeno generan a través de la cinta transportadora una franja de luz. Las muestras pasan a través de esta franja de luz. Un espejo giratorio dirige la luz emitida por las muestras a través de la lente convergente sobre un haz de cables de fibras ópticas. La mayor parte de cables de fibras ópticas del haz de cable está conectado a la rendija de entrada de un espectrógrafo. Los tres cables de fibras ópticas restantes están cada uno conectados a un sensor de color.

Debido a que cada detector está asignado a una longitud de onda específica, sólo unos pocos puntos de medición son capturados por la unidad del espectrómetro. Esto da lugar a espectros con bajos contenidos de información pero con una alta velocidad de exploración.

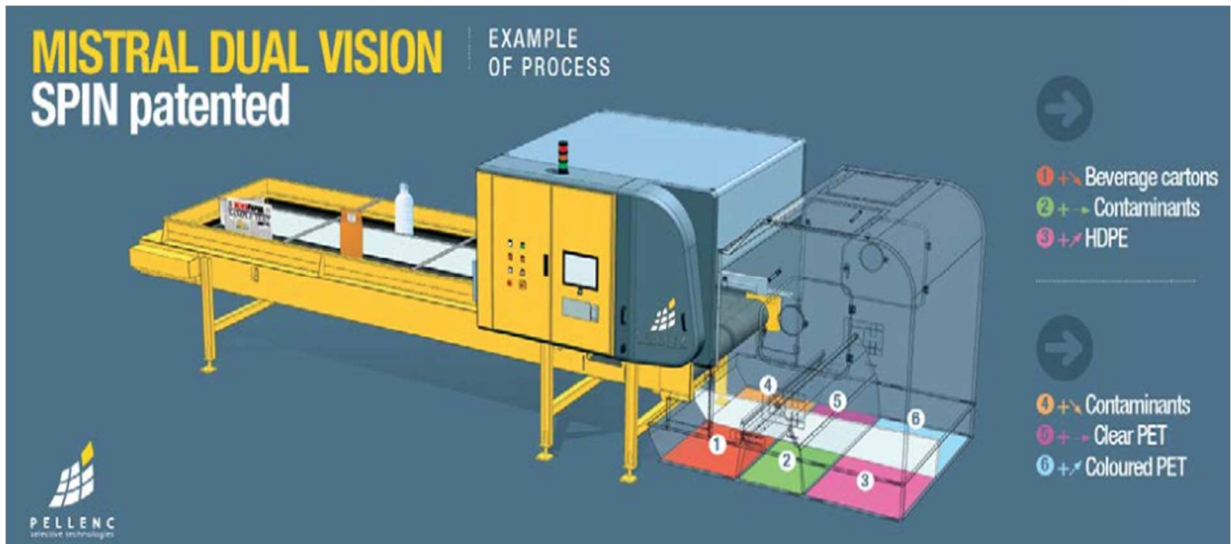


Figura 28. Esquema de funcionamiento de la máquina Mistral. Fuente: Pellenc

7.3. Alternativa escogida

Tras ello, la alternativa seleccionada para el separado de plásticos en la planta de tratamientos será la máquina de Pellenc.

Se ha seleccionado el modelo Mistral ya que ambas máquinas contaban con datos similares en cuanto a sistema de medición, espectrógrafo, longitud de onda infrarroja, números de puntos de medida en el espectro, etcétera.



Figura 29. Máquina Pellenc Mistral. Fuente: Pellenc

Sin embargo, la máquina Pellenc Mistral cuenta con un consumo de 5kW de potencia el cual es mucho menos que el del modelo fabricado por Titech. Es por ello por lo que se ha decidido seleccionar la de menor consumo con el fin de ahorrar costes de uso de las máquinas.

7.4. Funcionamiento de la planta

La implantación de estas máquinas traerá consigo la inclusión de diversos componentes para el correcto funcionamiento de la planta automatizada.

En primer lugar, la cinta transportadora que se encarga de llevar los plásticos para su separado, verterá su contenido continuamente sobre un canal vibratorio. El objetivo principal de este canal será el de distribuir los plásticos en todo el ancho de la cinta transportadora de la propia máquina. De este modo, se evitará que los plásticos que vayan a ser seleccionados se encuentren unos encima de otros lo cual dificultaría la labor de los sensores NIR, ya que podría dar lugar a errores comentados en el apartado 6.1.4.

Una vez repartidos por la cinta transportadora de la máquina, los materiales circularán a lo largo de la cinta y finalmente, se seleccionará el PET al ser impulsado hacia abajo por una corriente de aire a presión. El resto del plástico no seleccionado caerá directamente a la cinta transportadora de la segunda máquina para ser separado. Esta máquina, será capaz de seleccionar dos tipos de plásticos diferentes. Para ello, impulsará uno de los plásticos a seleccionar en esta fase (HDPE o LDPE) hacia arriba y otro hacia abajo, haciendo que los plásticos seleccionados vayan hacia el troje del medio, el impulsado hacia arriba irá al troje más alejado de la cinta de la máquina mientras que el impulsado hacia abajo se quedará en el troje más cercano.

Tanto el plástico seleccionado en la primera máquina como el seleccionado en la segunda, será canalizado hacia los trojes. Para dicho cometido, se han realizado unos canales con la anchura necesaria para que todos los plásticos vayan hacia ella. Dichos canales se estrecharán para que los plásticos seleccionados caigan con una mayor precisión a los trojes en los que caerán.

Una vez seleccionados los plásticos, caerán en los trojes, en cuya base se han dispuesto cintas transportadoras. El objetivo de estas cintas es que al ponerse en funcionamiento, los plásticos avancen y sean transportados hacia otra cinta transportadora, colocada transversalmente que se encargará de trasladar los plásticos seleccionados a la compactadora.

8. RESULTADOS FINALES

En este apartado, se tendrán en cuenta las consideraciones tomadas anteriormente, para describir las características de los componentes empleados para la elaboración de este proyecto.

8.1. Instalación

Para llevar a cabo la implementación de las máquinas separadoras en la nave, se han tenido que realizar una serie de modificaciones dentro de la instalación eléctrica de la misma.

De esta forma, partiendo de la instalación existente en la nave, se han tenido que añadir varios puntos de luz, así como realizar nuevos circuitos eléctricos, para conseguir el correcto funcionamiento de las máquinas que se quieren implementar. A continuación, se describirán las características principales de los circuitos añadidos:

Se ha partido de una línea de reserva existente en el cuadro eléctrico principal de la nave. A partir de ahí, se ha tenido que añadir a la acometida (C16) un interruptor diferencial de 50 A que proteja a los usuarios cuando exista una diferencia de corriente mayor de 300 mA. Además, se ha añadido un interruptor magnetotérmico de 50 A que controlará que el valor de la corriente no sobrepase dicho valor, para de esta forma proteger a todos y cada uno de los nuevos circuitos. A continuación, se describirán las características principales de los circuitos añadidos:

En primer lugar, se ha añadido un nuevo circuito (C11) para abastecer a la máquina vibratoria que va antes de las máquinas separadoras, y cuya misión es repartir los diferentes plásticos por todo el ancho de las cintas de las máquinas. Esta máquina, cuya potencia es de 5 kW, necesitará un interruptor magnetotérmico de 25 A, con un cable de diámetro de 4 mm² y un diámetro de tubo de 20 mm.

En segundo lugar, se ha añadido un nuevo circuito (C12) para la primera de las máquinas separadoras de plásticos. Dicha máquina, tiene una potencia de 5kW, por lo que

necesitará un interruptor magnetotérmico de 25 A, con un cable de diámetro de 2,5 mm² y un diámetro de tubo de 20 mm.

En tercer lugar, para la segunda máquina se ha realizado otro circuito de idénticas condiciones que la máquina anterior (C13).

En cuarto lugar, se ha realizado un único circuito (C14) para las 4 cintas transportadoras que se encargarán de llevar los plásticos seleccionados desde los 3 trojes, hasta la cinta principal que los llevará a la compactadora. Para este circuito, como la potencia de cada una de las cintas es de 0,5 kW, se requiere un interruptor magnetotérmico de 10 A. Además, se necesita un cable de sección de 1,5 mm² con un diámetro de tubo de 16 mm.

Por último, se ha realizado un circuito (C15) para la parte electrónica de las máquinas separadoras de plásticos. A dicho circuito se conectará el SAI y a partir de ahí se realizará el cableado necesario para alimentar la parte electrónica de la máquina. Para este circuito, se tendrá una potencia de 2 kW y se requerirá un interruptor magnetotérmico de 20 A. Para las condiciones comentadas se tendrá un cable de 1,5 mm², por lo que se necesitará un diámetro de tubo de 16mm

En la siguiente tabla, se pueden observar los resultados de los cálculos eléctricos que se han descrito anteriormente:

Circuito	Potencia prevista [W]	Fs	Fu	n° puntos	Tipo de toma	Intensidad calculada [A]	Intensidad proyectada [A]	Sección calculada [mm ²]	Sección proyectada [mm ²]	Diámetro tubo [mm]	R [Ω]	Lmax [m]
C11	5500	1	1	1	Base 25A 2p+T	23,91	25	2,504	4	20	0,29	42
C12	5000	1	1	1	Base 25A 2p+T	21,74	25	1,767	2,5	20	0,32	32,6
C13	5000	1	1	1	Base 25A 2p+T	21,74	25	1,523	2,5	20	0,32	28,1
C14	500	1	1	4	Base 10A 2p+T	8,70	10	0,741	2,5	20	0,79	34,2
C15	2000	1	1	2	Base 20A 2p+T	17,39	20	1,413	2,5	20	0,40	32,6
C16	18000	1	1	1	Acometida	45,18	50	0,260	2,5	20	0,26	4

Tabla 1. Resumen de cálculos eléctricos

8.2. Sistema de alimentación ininterrumpido (SAI)

En este proyecto, se precisa de la instalación de un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) que proporcione energía eléctrica a la máquina por un tiempo limitado si se sufriera un apagón, para no dañar los sensores que son muy débiles. Esto solo se aplicará a la parte electrónica de la máquina debido a que esta parte es bastante sensible, mientras que el sistema neumático y la cinta transportadora de la propia máquina no necesitarán de este sistema.

Se necesita de SAI para evitar los fallos que se consideran más habituales y que se describen a continuación:

- **Fluctuaciones de Corriente:** Los bloqueos de equipos u sistemas provocan la pérdida o la corrupción de datos. La eficacia y la duración de los equipos se reduce.
- **Apagones:** Conlleva a la pérdida del trabajo, posibles pérdidas de datos por averías en los sistemas de archivos o en los propios discos de almacenamiento. Bloqueo de equipos, como puede ser el bloqueo de la centralita telefónica (PBX) y posibles errores en la configuración.
- **Sobretensiones y picos de corriente:** Daños catastróficos en hardware y pérdida de datos, generalmente cuando un equipo se avería por un pico de corriente no suelen aplicarse reparaciones normales y no las suelen cubrir las garantías en el caso de los equipos nuevos.
- **Ruido:** Es lo que se podría llamar, interferencias, produce todo tipo de problemas y errores en equipamiento de hardware y en consecuencia en las aplicaciones.

En este caso, se ha elegido un modelo de la marca Liebert. Concretamente el modelo PSI-XR 2200RT3-230. Considerando que la parte electrónica de la máquina no consumirá más de un 1 kW (2 kW en total por las dos máquinas), se ha seleccionado este modelo ya que cumple con las especificaciones deseadas, ya que cuenta con una potencia nominal de 1,98

kW, por lo que cumplirá su labor sin problema en la instalación. A continuación se muestra el modelo elegido en la figura 30, así como las diferentes entradas que dispone el SAI en la figura 31:



Figura 30. Liebert PSI-XR 2200RT3-230 seleccionado. Fuente: Liebert

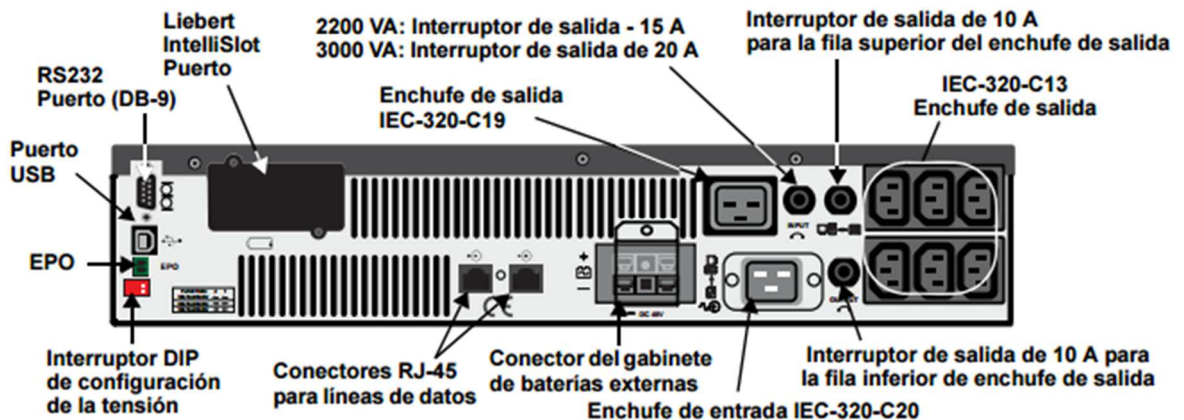


Figura 31. Diferentes conexiones del SAI Liebert PSI-XR 2200RT3-230. Fuente: Liebert

Entre los aspectos más importantes del SAI, se encuentra la ventilación del mismo. De esta forma, el fabricante recomienda ubicarlo en un lugar con ventilación. Esto se debe a que,

aunque las baterías no ofrecen riesgo alguno al estar completamente selladas, dependiendo del modelo se pueden encontrar con casos en los que la disipación de calor sea elevada. Así pues, recomienda no poner nada sobre o alrededor del SAI, ni tapar las ranuras de ventilación del mismo, evitando así su correcta refrigeración.

8.3. Cintas

Como se ha venido diciendo, se necesitan una serie de cintas a lo largo de la nueva instalación que se va a realizar. A continuación, se describirá cada uno de los modelos de cintas que se dispondrán en la planta así como sus principales características.

8.3.1. Cinta vibratoria

Se necesitará una cinta vibratoria, cuya misión será repartir los distintos tipos de plásticos que le llegan, por todo el ancho de la cinta de la máquina. Este hecho, facilitará la lectura de los sensores NIR de la misma, y de esta forma se reducirán posibles errores de reconocimiento de plásticos.

Como se han utilizado las medidas de la máquina Pellenc con 1200 mm de ancho de cinta, una cinta vibratoria de 950 mm de cinta cumplirá con los requisitos de diseño que se desean. Así pues, la cinta vibratoria se pondrá sobre la cinta de la máquina y considerando un ancho de la carcasa de la máquina de 100 mm por cada lado, tendrá espacio suficiente para realizar la oscilación necesaria y repartir los materiales en todo el ancho de la cinta.

Concretamente se ha elegido una cinta vibratoria de la marca VECOPLAN. En concreto, la serie 12, con un ancho de cinta de 950 mm. Este modelo, cuenta con una potencia de 5,5 kW. A continuación, se muestra la cinta seleccionada en la figura 32:



Figura 32. Cinta vibratoria Vecoplan. Fuente: Vecoplan

8.3.2. Cintas transportadoras

Se deben de añadir una serie de cintas transportadoras, que irán debajo de los trojes de almacenamiento y serán las encargadas de llevar el material seleccionado cuando se quiera, a otra cinta principal que va directamente a la compactadora.

El fabricante que se ha seleccionado para las cintas transportadoras es CAMPRODON S.L. Este fabricante español, se encarga de hacer cintas a medida, según las necesidades industriales que se necesiten.

Para las cintas de los trojes, se ha supuesto estarán a una altura de 1 m, que tienen una longitud de 6 metros y que poseen un ancho de banda de 700 mm. Se ha elegido una configuración del tipo C, en la que el motor queda por debajo de la cinta transportadora, como se muestra en la siguiente figura 33. El modelo elegido tendrá una velocidad de 1 m/s, y contará con un motor de 0,5 kW.

Para la cinta que va a la compactadora, se ha supuesto que tendrá una longitud de 10 metros, y que posee un ancho de banda de 1000mm. El modelo elegido tendrá una velocidad de 1 m/s, y contará con un motor de 0,5 kW.

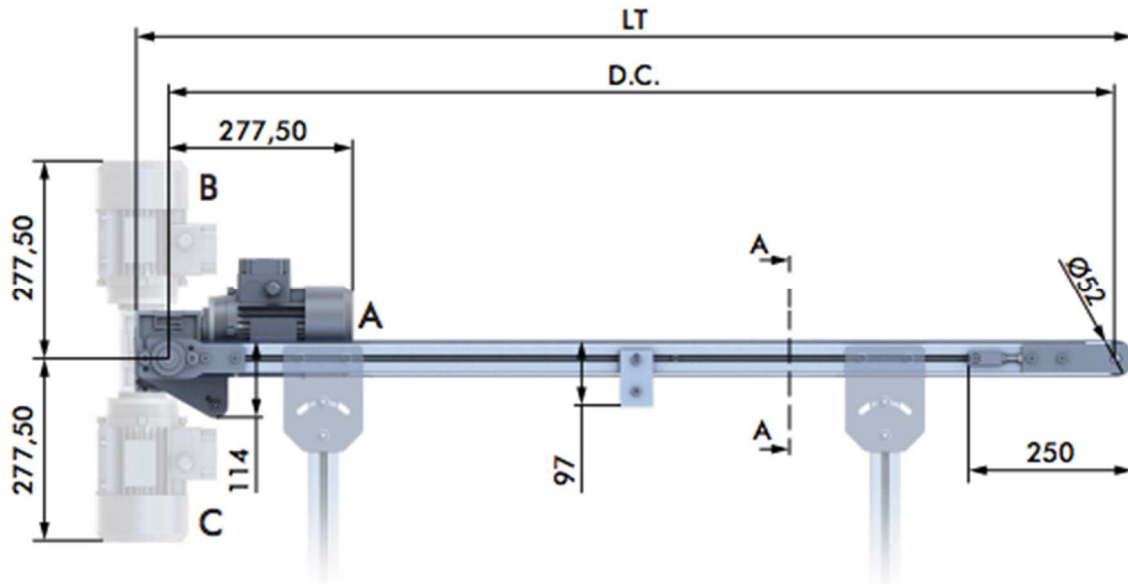


Figura 33. Distintas configuraciones del motor en las cintas transportadoras. Fuente: Camprodón

Además, el modelo que se ha seleccionado, descansará sobre patas fijas como las que muestra la figura 34, con unas guías laterales fijas que permitan a los plásticos seguir su curso para caer en la cinta principal.



PATAS FIJAS	
Altura h	Máximo / Mínimo
250 -1.000	$h \pm 30 \text{ mm.}$

Figura 34. Detalle patas fijas para las cintas transportadoras. Fuente: Camprodón

La disposición que se quiere tener en la planta una vez montadas las cintas es como la que se muestra en la figura 35.

Se ha diseñado de esta forma, ya que se quiere evitar tener a operarios que se encarguen de descargar los trojes con distintas palas para llevar los plásticos a la compactadora. De esta manera, con dicha configuración se hará todo este proceso de forma automática.



Figura 35. Cintas transportadoras bajo los trojes. Fuente: Stadler

8.4. Pellenc Mistral

Las máquinas seleccionadas para separar los plásticos serán el modelo Mistral de la marca Pellenc. Se escogerán los modelos con ancho de cinta de 1200mm que permitirán un flujo máximo de hasta 6 toneladas de plástico por hora. Así pues, para esta planta de tratamiento de residuos dicho valor será suficiente. También cabe destacar que el peso de dichas máquinas será de 840 kg cada una que tendrán que soportar las estructuras. Dichas cargas se repartirán en las 6 patas que la máquina posee.

El consumo de este modelo es de 5 kW consumidos de una toma monofásica de 320 V. La presión del aire que impulsará los plásticos seleccionados será de 8 a 10 bar y la cinta transportadora tendrá una velocidad lineal de 3m/s.



Figura 36. Pellenc Mistral en funcionamiento. Fuente: Pellenc

La distancia a la que se ubicará una máquina con respecto a la otra será de 500 mm. Aunque se haya visto que dicha máquina se podría colocar a una distancia de hasta 840 mm para el desnivel de 380 mm que se tendrá, se colocarán a 500 mm con el fin de realizar la estructura total lo más compacta posible y no desaprovechar espacio en la nave.

8.5. Escaleras

En este apartado de la memoria, se describirán cada uno de los elementos que se han diseñado para realizar la escalera que da acceso los soportes de la máquina, mediante la herramienta informática SolidWorks 2013. Además, se indicarán las características principales de cada uno de los elementos.

8.5.1. Placa de anclaje

Con el propósito de anclar la estructura al suelo de la nave, se han realizado unas placas de anclaje partiendo de una pletina de acero.

Para el caso de las escaleras, la placa tendrá unas dimensiones de 200 x 200 x 7 mm. A dichas placas irán soldados los pilares de la escalera. Cada una de las placas de anclajes, cuenta con cuatro orificios de diámetro 9 mm donde irán los correspondientes pernos de anclaje. Estos orificios, se encuentran a 20 mm desde su centro hasta ambos extremos de la placa, como muestra la figura 37:

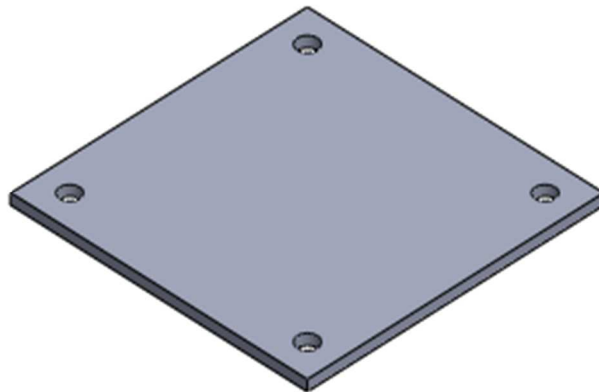


Figura 37. Placa de anclaje de las estructuras de las escaleras

8.5.2. Perfil estructural HEB 180

Todos los pilares de la estructura se han realizado a partir de perfiles estructurales HEB 180. Estos perfiles irán soldados a sus correspondientes placas de anclaje, para formar los pilares de la estructura. Se han escogido este tipo de perfiles ya que se quiere dar rigidez a

la estructura. Dichos perfiles además de tener buena inercia en su eje fuerte son fáciles de montar y tienen buena disponibilidad en el mercado.



Figura 38. Perfil estructural HEB 180

Habrán perfiles de dos longitudes diferentes que corresponderán a:

- Los pilares que van desde la base hasta el tercer descanso, con una longitud de 4468 mm.
- Los pilares que van desde la base hasta el último descanso, con una longitud de 5968 mm.

8.5.3. Perfiles laminados UPN 140

Las guías de las escaleras, se han realizado utilizando perfiles laminados UPN 140. Se han escogido este tipo de perfiles, ya que se trata de perfiles comerciales que soportarán la carga a la que se van a ver sometidos y a su buena disponibilidad en el mercado.



Figura 39. Perfil laminado UPN 140

En las guías laterales de las escaleras, se puede apreciar que se ha realizado un corte a 45° en las esquinas por ambos lados. Además, se incluyen los orificios de diámetro 13 mm con los que se fijarán a los anclajes superior e inferior, así como, los orificios de diámetro 9 mm, con los que se fijarán los escalones de la escalera.

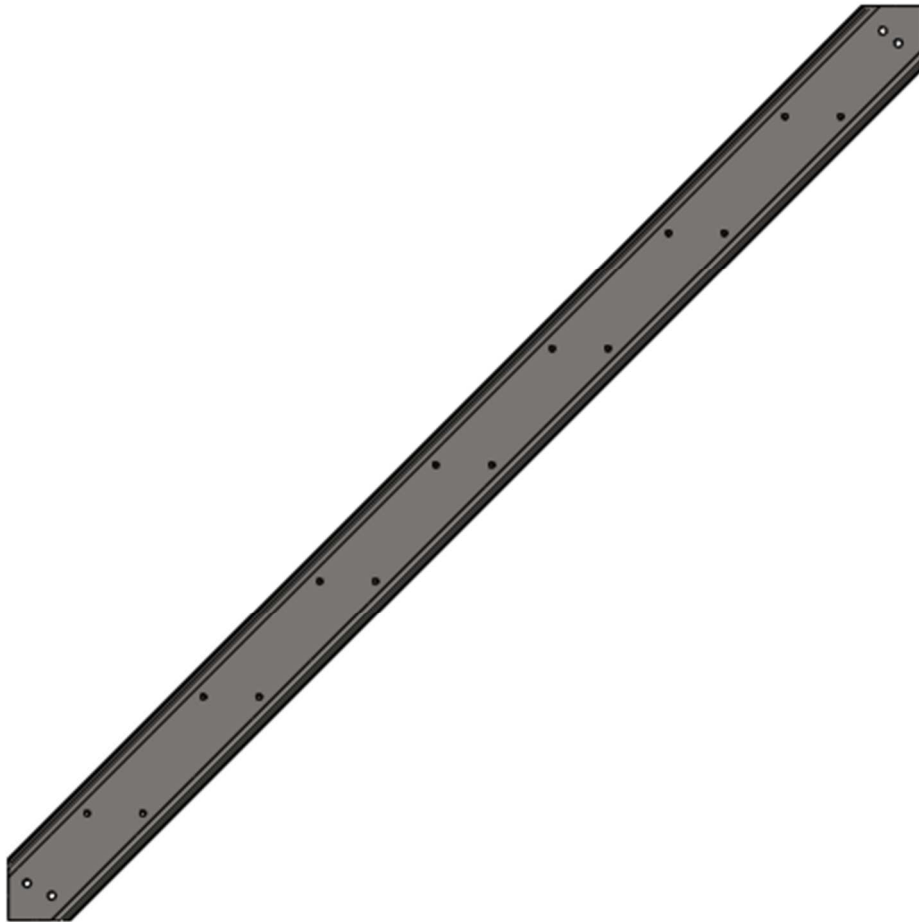


Figura 40. Guía lateral de las escaleras

8.5.4. Perfil estructural IPE 100

Para realizar las bases de los dos soportes de las máquinas, se han utilizado perfiles estructurales IPE 100 como los de la figura 41. Se han escogido estos perfiles ya que son fáciles de montar y tienen buena disponibilidad en el mercado.

Uno de los perfiles largos tendrá 4 orificios de diámetro 22 mm donde irán atornillados los respectivos anclajes de las escaleras. Dichos orificios se sitúan a una distancia de 50 mm de la superficie superior. Los orificios exteriores se encuentran a 420 mm desde el centro del pilar y los interiores a 250 mm de los mismos. La base soporte tendrá unas dimensiones de 2000 x 820 mm.

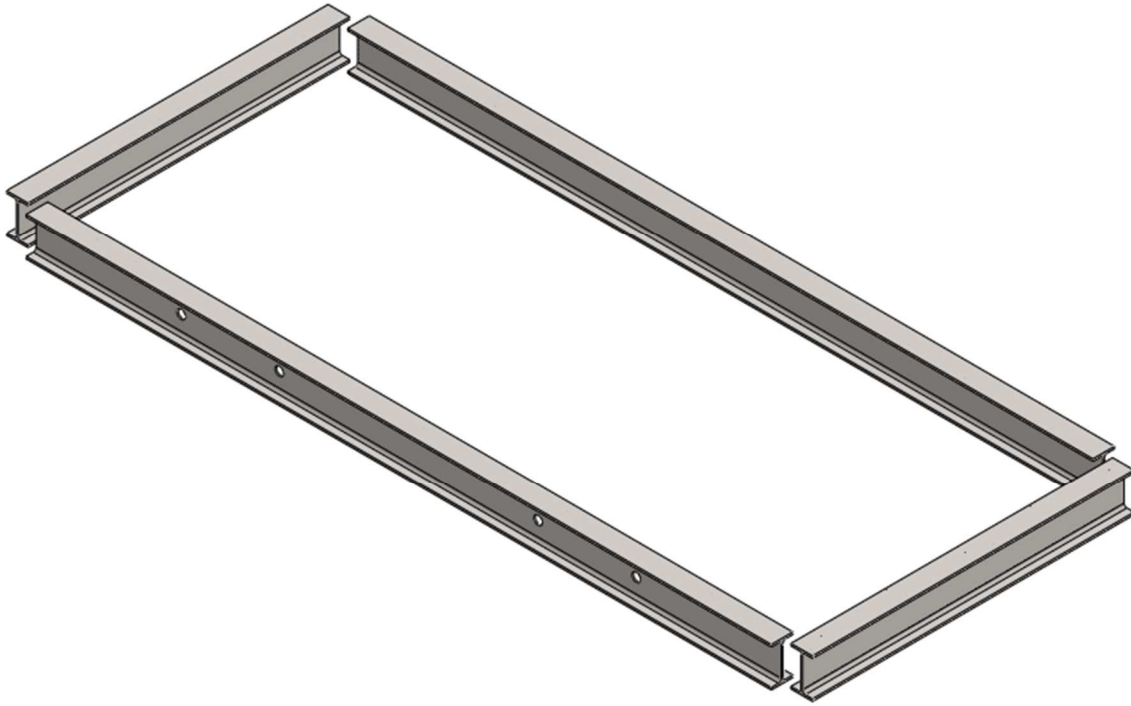


Figura 41. Perfiles IPE 100 utilizados en los descansos de las escaleras

En la figura se muestran, solamente los perfiles IPE 100 que forman la base descanso. Se han suprimido los pilares a los que van soldados dichos perfiles, para una mejor visualización.

8.5.5. Rejilla metálica escalera

Sobre las bases de descanso de las escaleras, se situarán rejillas metálicas. Estas rejillas metálicas son superficies estables creadas a partir de pletinas colocadas paralelamente en posición vertical, separadas entre ellas a una distancia determinada y unidas entre sí por las barras separadoras, soldadas perpendicularmente.

Dichas rejillas serán cortadas en sus extremos en función de la situación de las barandas. Sus longitudes serán iguales a las de los soportes formados por perfiles IPE 100 descritos anteriormente.

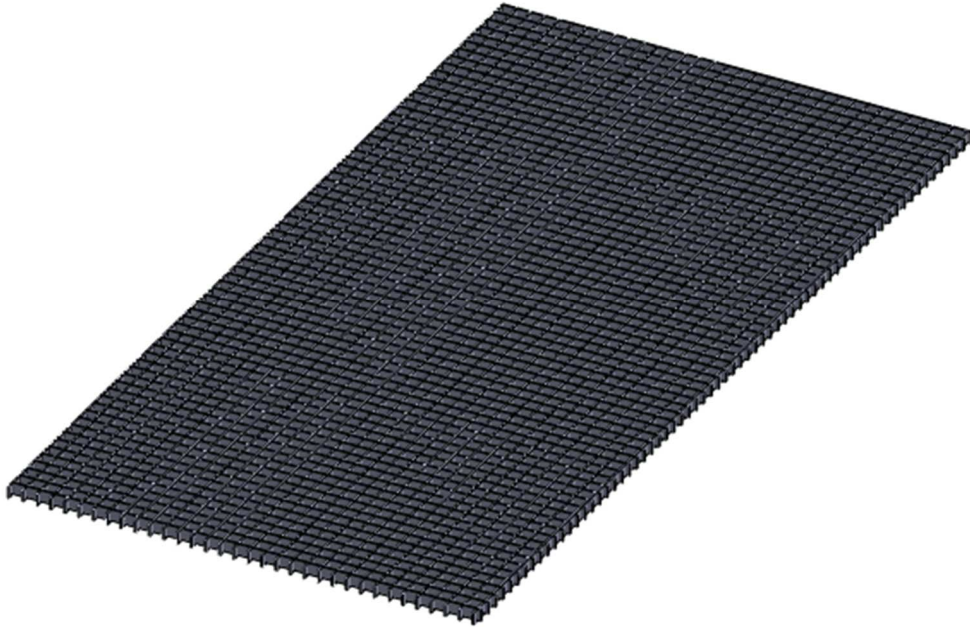


Figura 42. Rejilla metálica utilizada en los descansos de las escaleras

Se ha elegido una rejilla de la empresa SAIGO S.L con un portante de 25 x 3 mm y una malla de 30 x 30 mm. Debido a que la luz entre apoyos en las bases de los soportes de las escaleras es 1000 mm, se podrá aplicar una carga de 1198 kg/m² sobre ella.

Tabla de resistencias																							
Medida de barra de carga	Malla 30 x 30 mm. Luz entre apoyos L = Ancho diáfano entre los apoyos en mm.																						
		500	600	700	800	900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000	2.100	2.200	2.300	2.400	2.500	
25 x 2 19 kg/m ²	Fv	3.195	2.219	1.630	1.248	986	799	660	555	473	408	355	312	276	247	221	200	181	165	151	139	128	
	fv	0,16	0,23	0,31	0,41	0,51	0,63	0,77	0,91	1,07	1,24	1,43	1,62	1,83	2,05	2,29	2,54	2,80	3,07	3,35	3,65	3,96	
	Fp	267	213	178	152	133	119	106	97	89	82	76	72	67	63	60	56	54	51	49	46	44	
25 x 3 25,6 kg/m ²	Fv	4.792	3.328	2.445	1.872	1.479	1.198	990	832	709	611	532	468	415	370	332	300	272	248	226	208	192	
	fv	0,16	0,23	0,31	0,41	0,51	0,63	0,77	0,91	1,07	1,24	1,43	1,62	1,83	2,05	2,29	2,54	2,80	3,07	3,35	3,65	3,96	
	Fp	400	320	267	229	200	178	161	146	133	123	115	107	100	94	89	84	80	76	73	70	67	
30 x 2 21,5 kg/m ²	Fv	4.608	3.200	2.351	1.800	1.422	1.152	952	800	682	588	512	450	399	356	319	288	261	238	218	200	184	
	fv	0,13	0,19	0,26	0,34	0,43	0,53	0,64	0,76	0,89	1,04	1,19	1,35	1,53	1,71	1,91	2,12	2,33	2,56	2,80	3,05	3,31	
	Fp	382	306	255	218	191	169	153	139	127	118	109	102	96	90	85	80	76	73	70	67	64	
30 x 3 29,5 kg/m ²	Fv	6.912	4.800	3.527	2.700	2.133	1.728	1.428	1.200	1.022	882	768	675	598	533	479	432	392	357	327	300	276	
	fv	0,13	0,19	0,26	0,34	0,43	0,53	0,64	0,76	0,89	1,04	1,19	1,35	1,53	1,71	1,91	2,12	2,33	2,56	2,80	3,05	3,31	
	Fp	573	458	382	327	287	255	229	209	191	176	164	153	143	135	127	120	115	109	104	100	96	
30 x 5 43 kg/m ²	Fv	11.520	8.000	5.878	4.500	3.556	2.880	2.380	2.000	1.704	1.469	1.280	1.125	997	889	798	720	653	595	544	500	461	
	fv	0,13	0,19	0,26	0,34	0,43	0,53	0,64	0,76	0,89	1,04	1,19	1,35	1,53	1,71	1,91	2,12	2,33	2,56	2,80	3,05	3,31	
	Fp	956	764	636	545	478	425	382	348	319	294	273	255	239	225	213	201	191	182	173	167	160	
	fp	0,13	0,18	0,24	0,31	0,39	0,47	0,56	0,66	0,77	0,89	1,02	1,16	1,30	1,45	1,61	1,78	1,96	2,15	2,34	2,54	2,76	

Tabla 2. Resistencias de las rejillas metálicas para diferentes longitudes

8.5.6. Anclaje guía-base inferior

Para sujetar las guías de las escaleras se hará uso de este anclaje que además sirve para poder fijar dichas guías a sus soportes correspondientes.

Los orificios laterales son de métrica 12, diámetro 13 mm, los cuales permitirán fijar las guías de las escaleras a dichos anclajes.

Los orificios de la placa central son de métrica 20, diámetro 22 mm, y se utilizarán para fijarla al soporte de los descansos de la escalera.



Figura 43. Anclaje guía-base inferior

8.5.7. Anclaje guía-base superior

Para sujetar las guías de las escaleras se hará uso de este anclaje que además sirve para poder fijar dichas guías a sus soportes correspondientes. A diferencia del anterior, con este anclaje se sujetarán las guías de las escaleras por su parte superior.

Los orificios laterales son de métrica 12, diámetro 13 mm, los cuales permitirán fijar las guías de las escaleras a dichos anclajes.

Los orificios de la placa central de métrica 20, diámetro 22, y se utilizarán para fijarla al soporte de los descansos de la escalera.

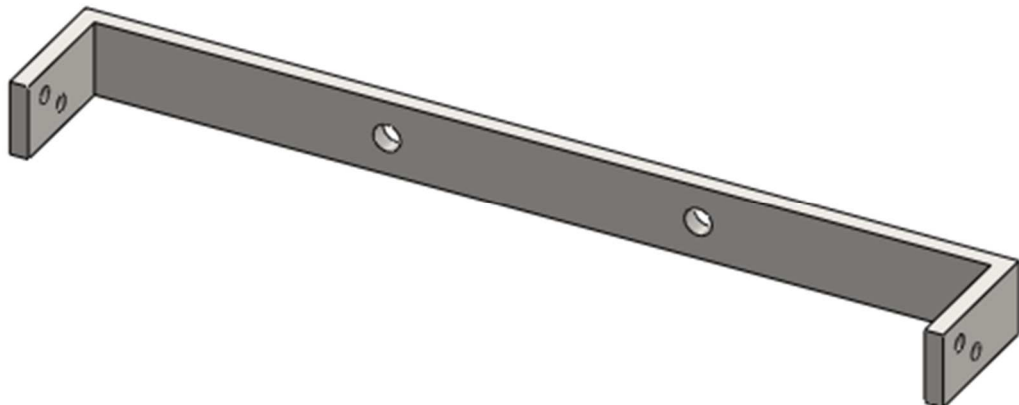


Figura 44. Anclaje guía-base superior

8.5.8. Perfil ISO 40 x 40 x 2,6

Las barandas de las bases de descanso de las escaleras se han realizado utilizando perfiles cuadrados ISO 40 x 40 x 2,6 mm. Se han escogido este tipo de perfiles, ya que se trata de perfiles comerciales baratos.



Figura 45. Perfil ISO 40 x 40 x 2,6

Para el primer y el segundo descanso, los perfiles irán soldados entre sí formando la baranda que se muestra en la figura 46. Los perfiles horizontales se encuentran a 600 y 1100 mm de altura con respecto a la base descanso. De esta forma, en sus equinas, los perfiles irán soldados al pilar HEB 180 que se ha descrito anteriormente.

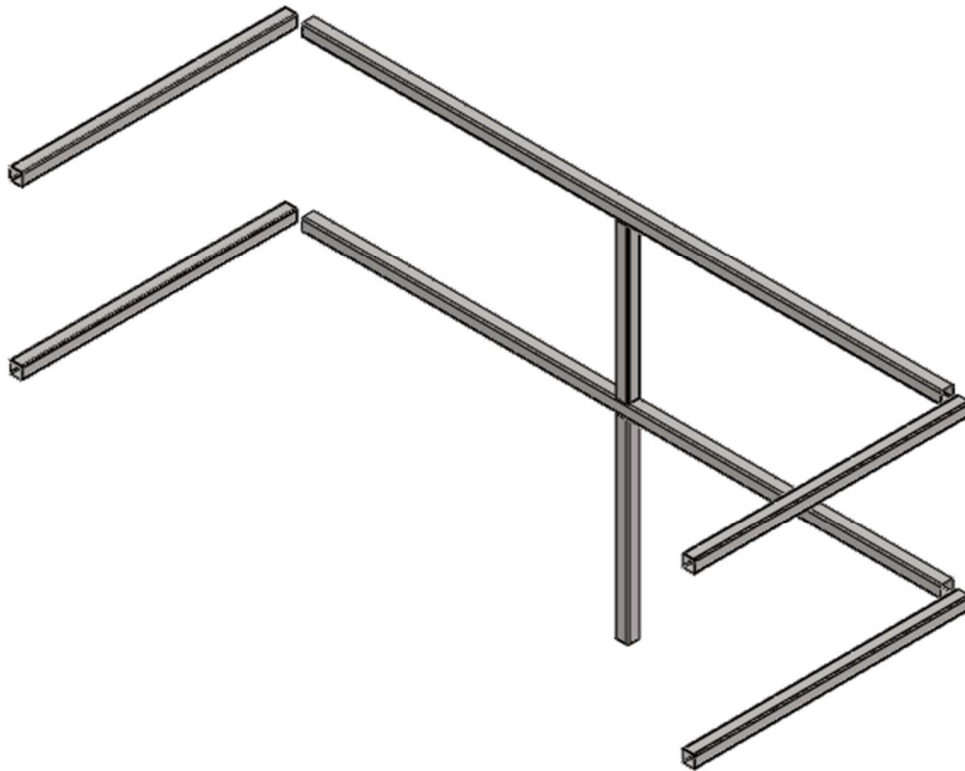


Figura 46. Baranda del primer y segundo descanso formada con perfiles ISO 40 x 40 x 2,6

Para el tercer descanso, los perfiles irán soldados entre sí formando la baranda que se muestra en la figura 47. Los perfiles horizontales se encuentran a 600 y 1100 mm de altura con respecto a la base descanso.

No se ha incluido baranda por uno de los lados, ya que es por donde pasarán las personas cuando transiten por la escalera.

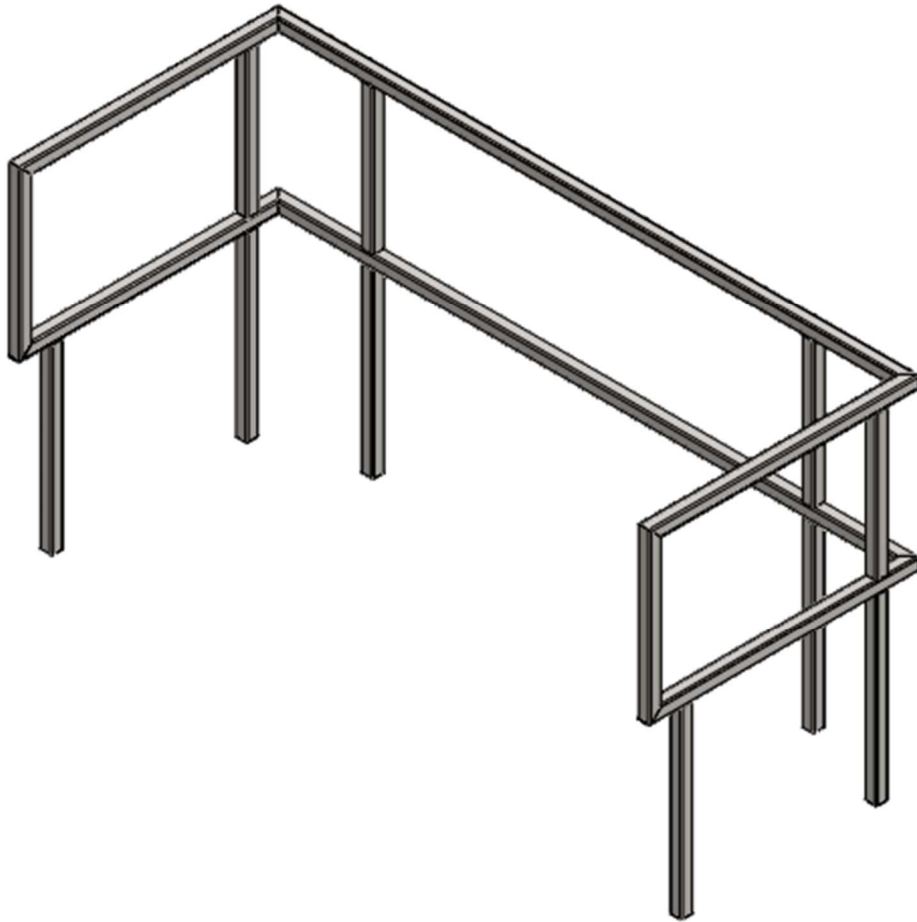


Figura 47. Baranda del tercer descanso formada por perfiles ISO 40 x 40 x 2,6

Para el cuarto descanso, los perfiles irán soldados entre sí formando la baranda que se muestra en la figura 48. Los perfiles horizontales se encuentran a 600 y 1100 mm de altura con respecto a la base descanso.

No se ha incluido baranda por uno de los lados cortos, ya que es por donde pasarán las personas cuando quieran dirigirse hasta las máquinas.

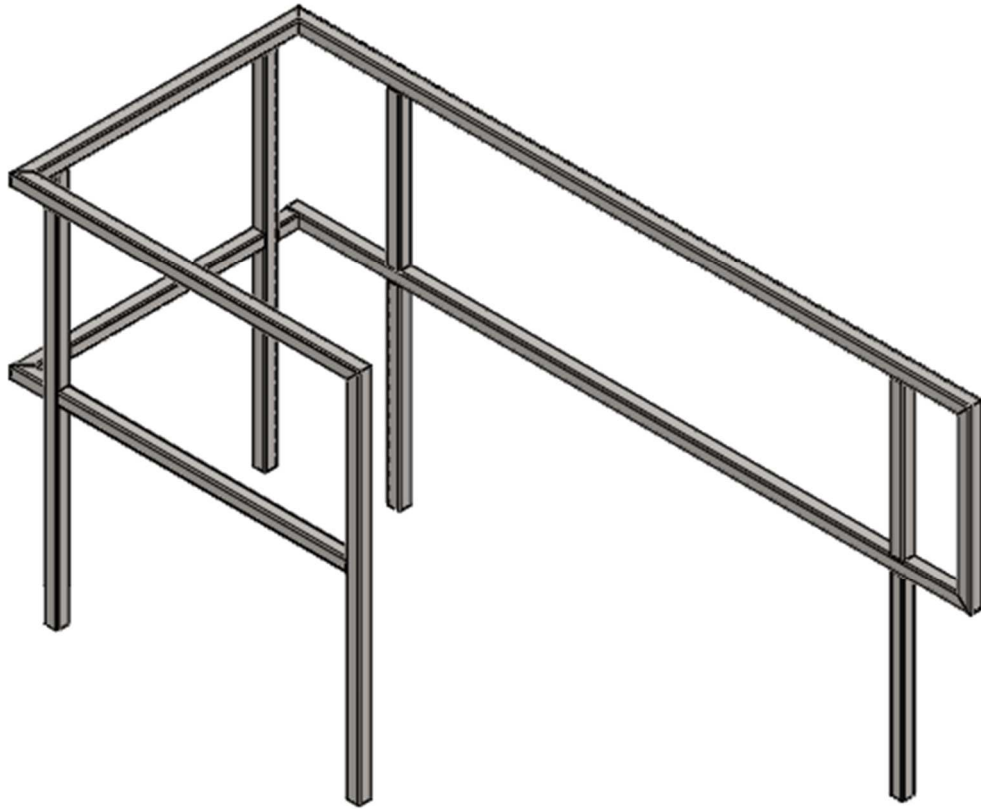


Figura 48. Baranda del cuarto descanso formada por perfiles ISO 40 x 40 x 2,6

8.5.9. Perfil ISO 30 x 30 x 2

Las barandas de las escaleras se han realizado utilizando perfiles cuadrados ISO 30 x 30 x 2 mm. Se han escogido este tipo de perfiles, ya que se trata de perfiles comerciales baratos.

Estos perfiles irán soldados sobre el ala superior del perfil UPN 140, como se muestra en la figura 49. En este caso, con respecto a la cara superior del perfil UPN, la altura de los perfiles situados longitudinalmente serán de 450 y 900 mm. Además, se soldarán entre ellos para formar la baranda de la escalera.

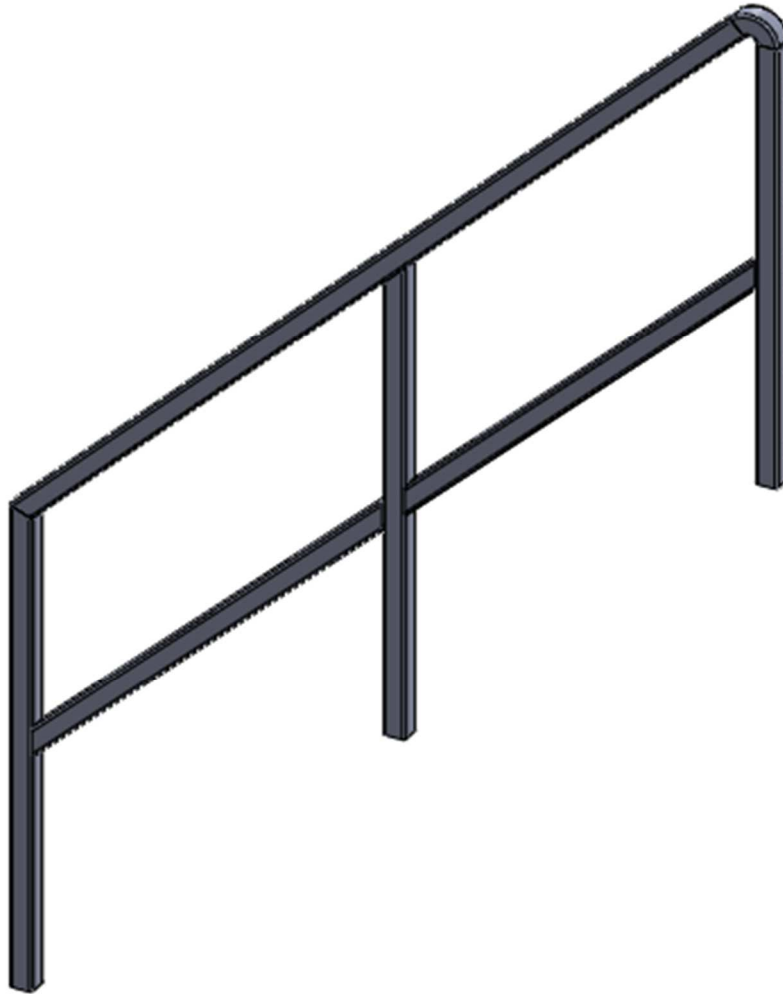


Figura 49. Baranda de las escaleras formada por perfiles ISO 30 x 30 x 2

8.5.10. Escalón

Para el diseño de los escalones, se ha partido de una pletina de acero de 5 mm de espesor, y con ella, a partir del corte y doblado de los extremos, se ha obtenido un escalón con una longitud de 750 mm y un ancho de 250 mm.

Como se puede ver en la figura 50, cada escalón tendrá dos orificios por cada lado, en los cuales irán fijados los pernos de métrica 8, diámetro 9 mm, a las guías de la escalera.

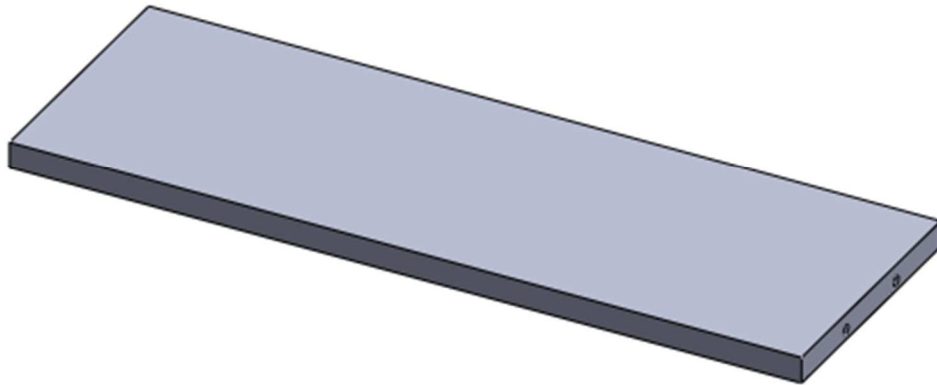


Figura 50. Escalón

8.5.11. Rodapiés

Los rodapiés se han incluido en cada uno de los descansos de las escaleras. Para su diseño, se ha partido de una chapa de 2mm de acero. La altura de los mismos será de 100mm y sus dimensiones se han ajustado a cada uno de los descansos.

Tanto en el primero como el segundo descanso, se tienen rodapiés iguales cuyas dimensiones exteriores son 850 x 1900 mm. Los rodapiés irán soldados a los perfiles HEB por los laterales. Dichas dimensiones se podrán apreciar en la figura 51:

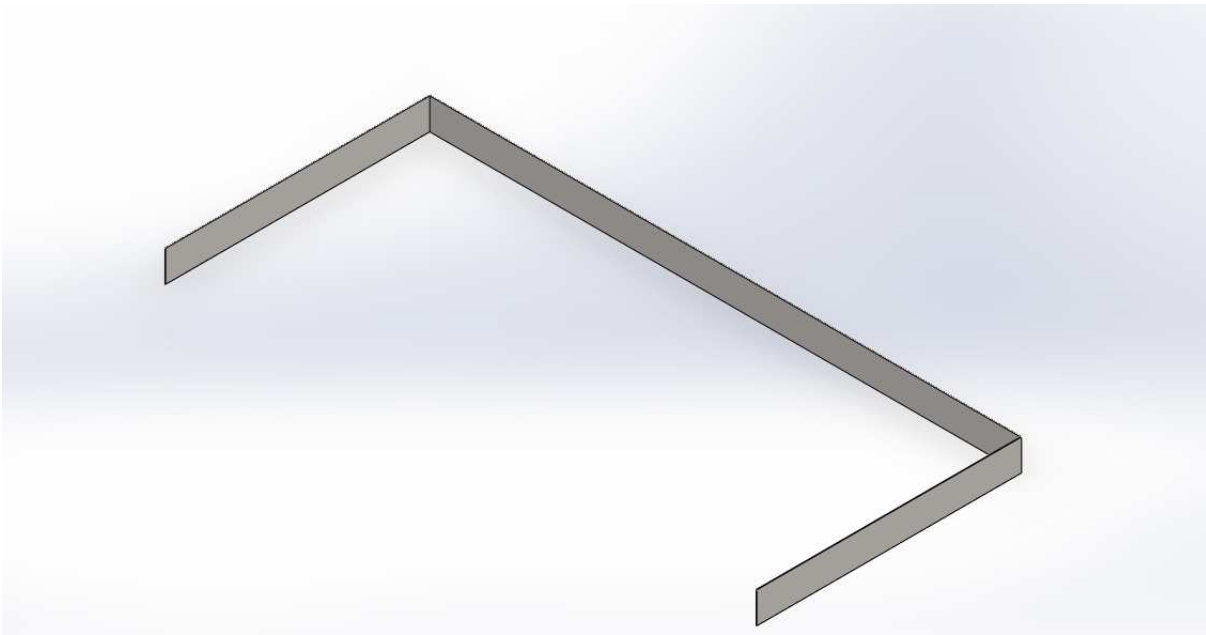


Figura 51. Rodapiés del primer y segundo descanso

En cuanto a los rodapiés del tercer descanso, se colocarán soldados en el interior de la baranda y tendrán unas dimensiones exteriores de 720x1960mm como se muestra en la figura 52.

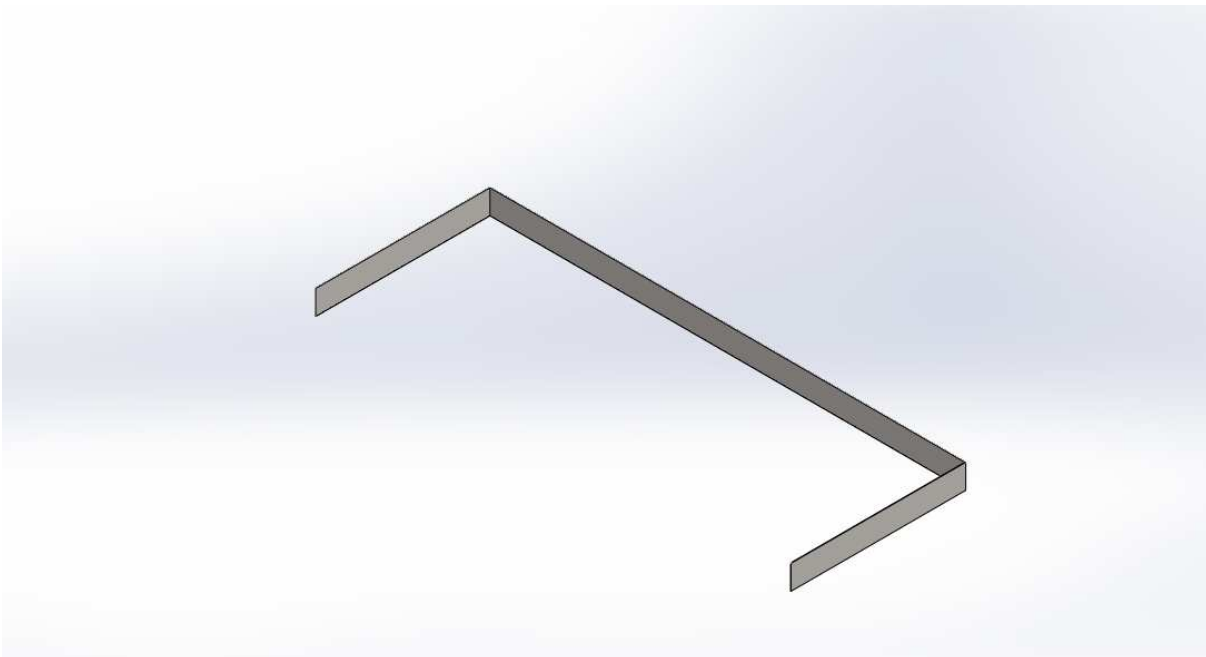


Figura 52. Rodapiés del tercer descanso

Por último, el rodapié del tercer descanso se colocará soldado también en el interior de la baranda y las dimensiones exteriores de sus tres lados serán 1800mm, 780mm y 1000mm.

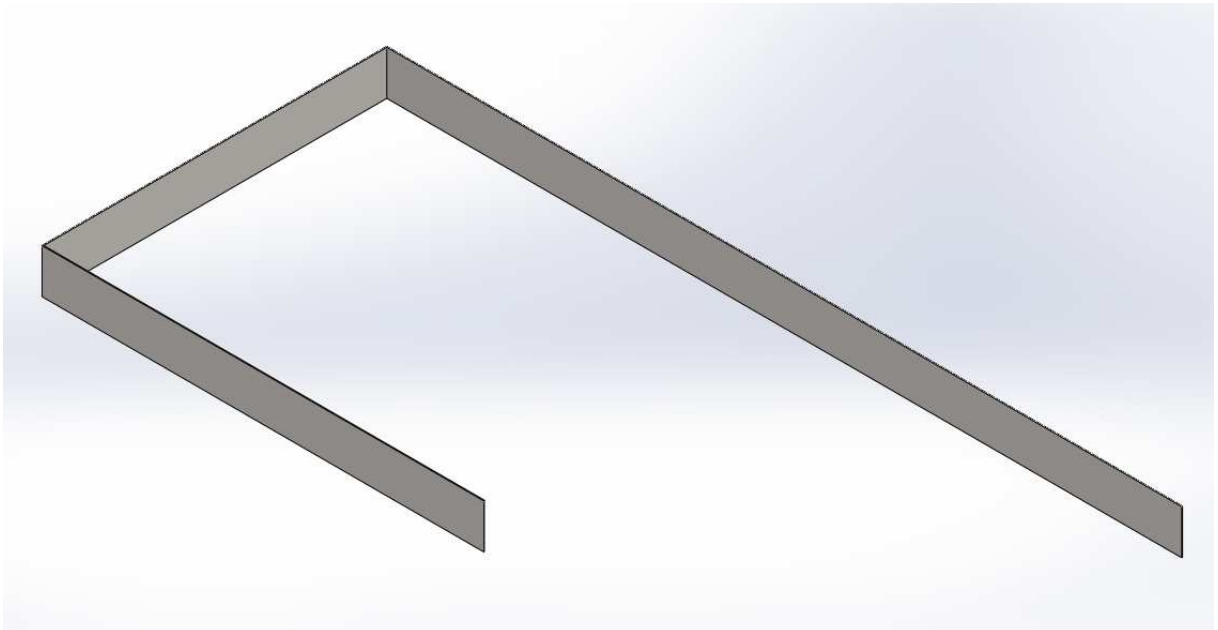


Figura 53. Rodapiés del cuarto descanso

8.5.12. Ensamblaje escalera

A continuación, en la figura 54, se muestra el ensamblaje de todos los miembros estructurales que se han descrito en este apartado, para formar la estructura de la escalera de servicio.

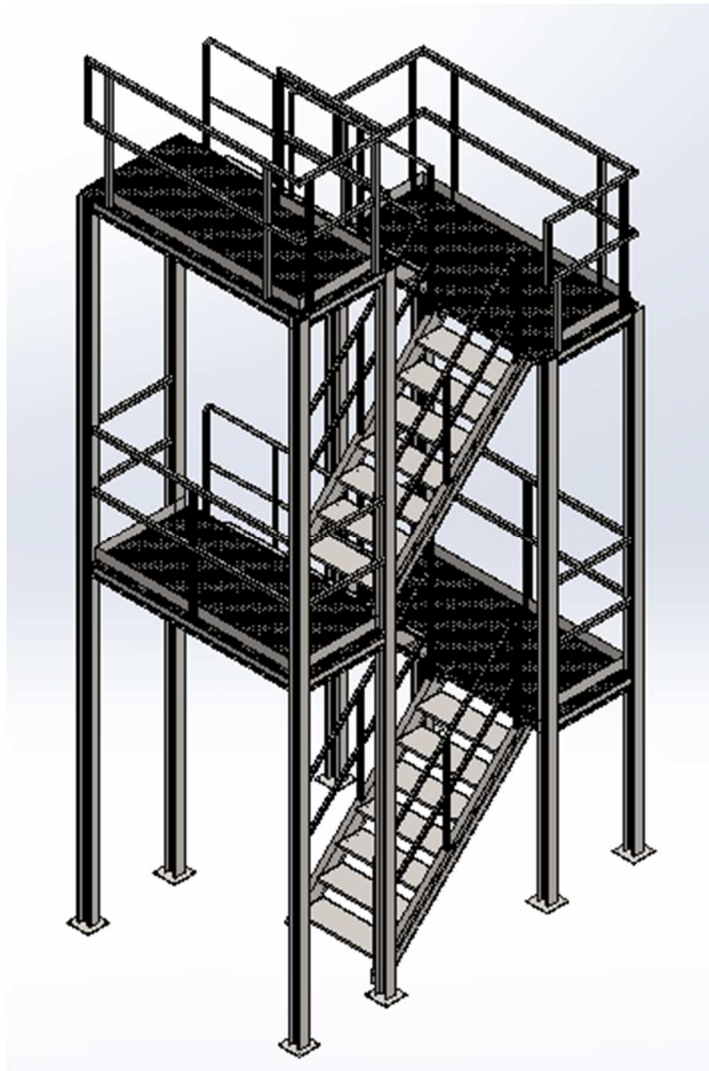


Figura 54. Ensamblaje de la escalera de servicio

8.6. Soportes de las máquinas

En este apartado de la memoria, se describirán cada uno de los elementos que se han diseñado para realizar los dos soportes el superior y el inferior, donde irán colocadas las dos máquinas, mediante la herramienta informática SolidWorks 2013. Además, se indicarán las características principales de cada uno de los elementos.

8.6.1. Placa de anclaje

Al igual que antes, con el objetivo de anclar la estructura de los soportes al suelo, se han realizado unas placas de anclaje partiendo de una pletina de acero como la que muestra la figura 55:

En este caso, la placa tendrá unas dimensiones de 300 x 300 x 11 mm. A dichas placas irán soldados los pilares de los soportes. Cada una de las placas de anclajes, cuenta con cuatro orificios de diámetro 14 mm donde irán los correspondientes pernos de anclaje.

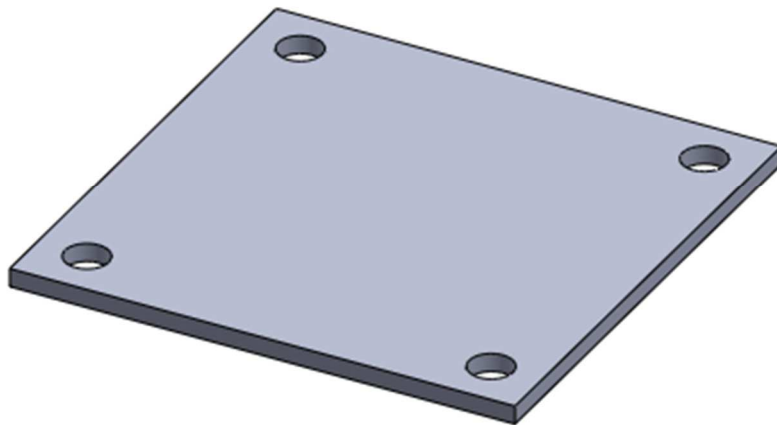


Figura 55. Placas de anclaje de los soportes de las máquinas

8.6.2. Perfil estructural HEB 180

Todos los pilares de la estructura de los soportes, al igual que en la estructura de la escalera, se han realizado a partir de perfiles estructurales HEB 180. Estos perfiles irán soldados a sus correspondientes placas de anclaje, para formar los pilares de la estructura. Se han escogido este tipo de perfiles ya que se quiere dar rigidez a la estructura. Dichos perfiles además de tener buena inercia en su eje fuerte son fáciles de montar y tienen buena disponibilidad en el mercado.



Figura 56. Perfil estructural HEB 180

Habrán perfiles de tres longitudes diferentes que corresponderán a:

- Los pilares de los extremos del soporte superior de la máquina, que van desde el suelo hasta la base del soporte superior de la máquina, con una longitud de 5964 mm.
- Los pilares centrales del soporte superior de la máquina, que van desde el suelo hasta la base del soporte superior de la máquina, con una longitud de 5744 mm.
- Los pilares del soporte inferior de la máquina, que van desde el suelo hasta la base del soporte inferior de la máquina, con una longitud de 5584 mm.

8.6.3. Perfil estructural IPE 220

Para realizar las bases de los dos soportes de las máquinas, se han utilizado perfiles estructurales IPE 220 como los de la figura 57. Se han escogido estos perfiles ya que son fáciles de montar y tienen buena disponibilidad en el mercado.



Figura 57. Perfil estructural IPE 220

Para el caso de la base del soporte de las máquinas superiores, se han diseñado dos partes diferenciadas. En la primera de ellas, la de la izquierda en la figura 58, irá colocada la cinta vibratoria. Para realizarla, se han colocado cuatro perfiles IPE 220 soldados entre sí, formando el borde de la misma. De esta manera, como la cinta vibratoria tiene que tener un ancho de cinta menor que la máquina, se han dispuesto dos perfiles perpendiculares en el centro, soldados a los perfiles del borde de la estructura de la cinta vibratoria. Esta primera sección tiene unas medidas de 2500 mm x 4000 mm. Además estos perfiles, irán soldados a los perfiles HEB 180.

En la segunda parte, la de la derecha en la figura 58, irá colocada la primera de las máquinas separadoras de plásticos. Esta estructura, estará formada como la anterior por cuatro perfiles IPE 220 soldados entre sí formando el borde de la misma, además de dos perfiles perpendiculares situados a mayor distancia que el primero de los casos, también soldados al borde de la estructura para la primera de las máquinas. Dicha estructura tiene unas dimensiones de 4500 x 4000 mm. Además estos perfiles, irán soldados a los perfiles HEB 180.

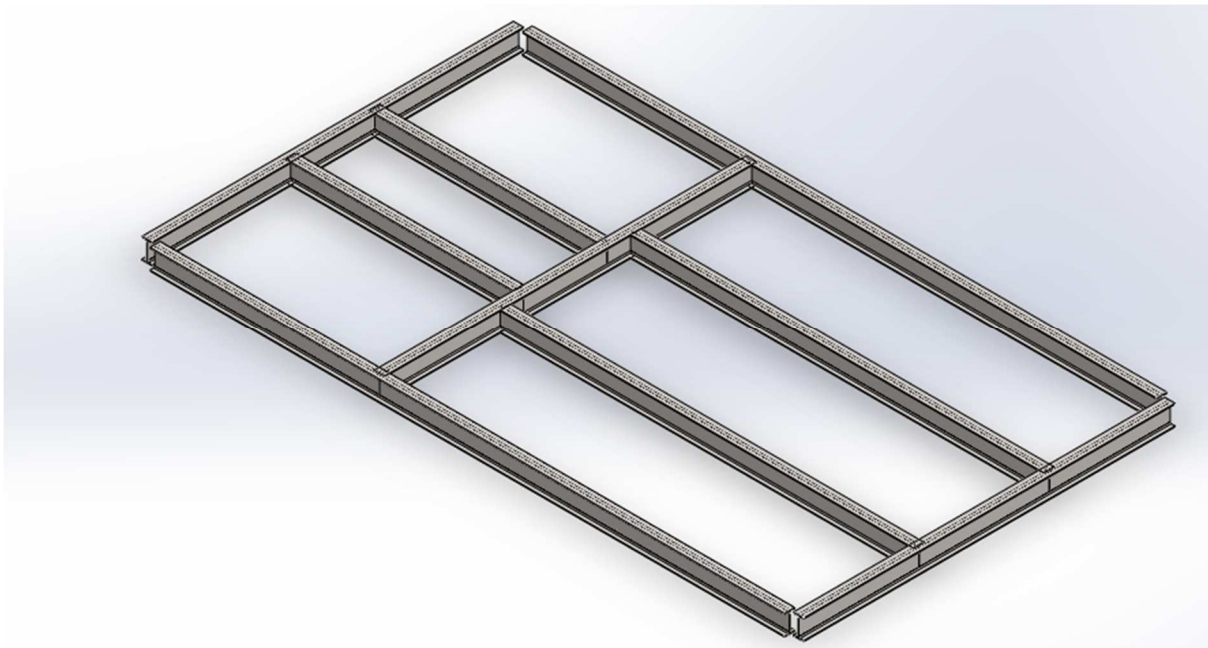


Figura 58. Soporte superior de las máquinas

En el caso de la base del soporte inferior, donde va colocada la segunda máquina, los perfiles se han dispuesto en grupos de cuatro para formar el borde exterior, y además se han añadido dos más en el centro de la estructura de forma perpendicular a los primeros, que sirvan de base para apoyar sobre ellos la rejilla metálica correspondiente, así como las patas de la máquina. Los perfiles irán soldados entre sí, y a su vez, también irán soldados a los pilares HEB 180. El soporte inferior tiene unas medidas 8500 mm x 4000 mm aunque para disminuir la luz de pandeo se han introducido pilares a 4250 mm, y se representa en la figura 59:

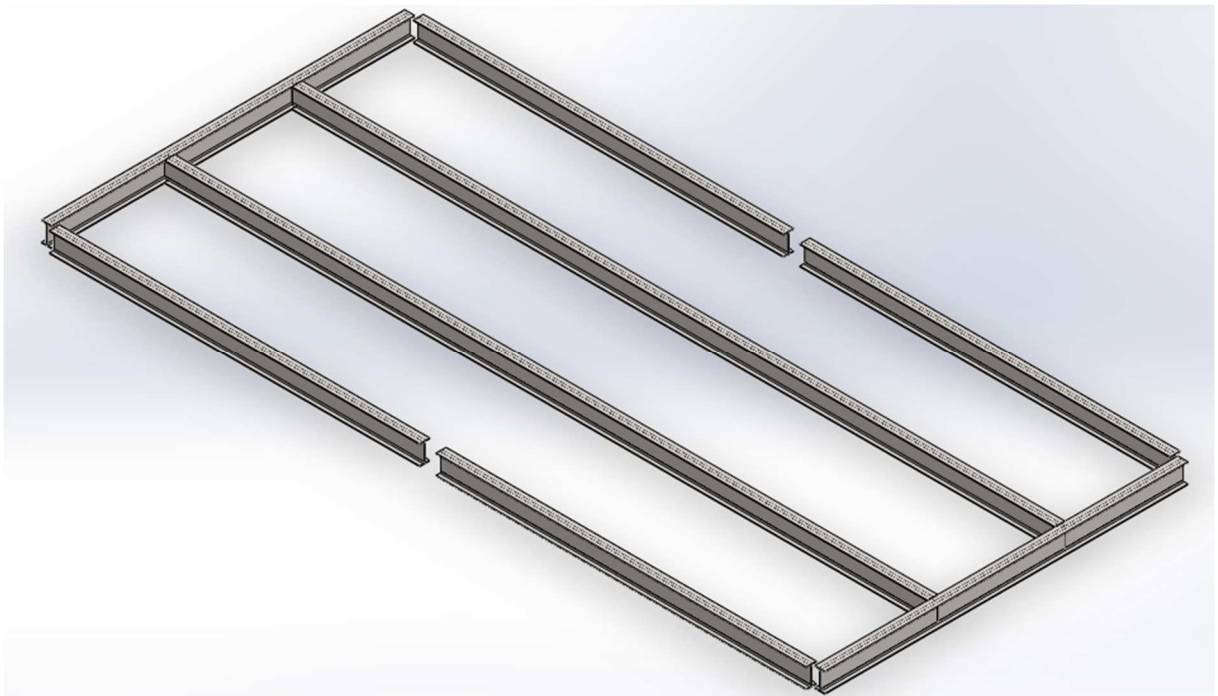


Figura 59. Soporte inferior de las máquinas

8.6.4. Rejillas soportes

Sobre las bases los soportes de las máquinas, se situarán rejillas metálicas. Estas rejillas metálicas son superficies estables creadas a partir de pletinas colocadas paralelamente en posición vertical, separadas entre ellas a una distancia determinada y unidas entre sí por las barras separadoras, soldadas perpendicularmente.

Al igual que para la rejilla de las bases de descanso de las escaleras, se ha elegido una rejilla de la empresa SAIGO S.L con un portante de 25 x 3 mm y una malla de 30 x 30 mm. En este caso, hay que tener en cuenta los cortes correspondientes a la posición de las barandillas de cada uno de los soportes, así como los cortes en la posición de las patas de las máquinas y los que permitan pasar los materiales seleccionados por las máquinas a los trojes de almacenamiento.

En el caso de la rejilla del soporte superior, como se muestra en la figura 60, solamente se ha tenido en cuenta los cortes requeridos por las patas así como por las barandillas. Esto se debe, a que los primeros materiales seleccionados, caerán una vez pasen la primera de las máquinas.

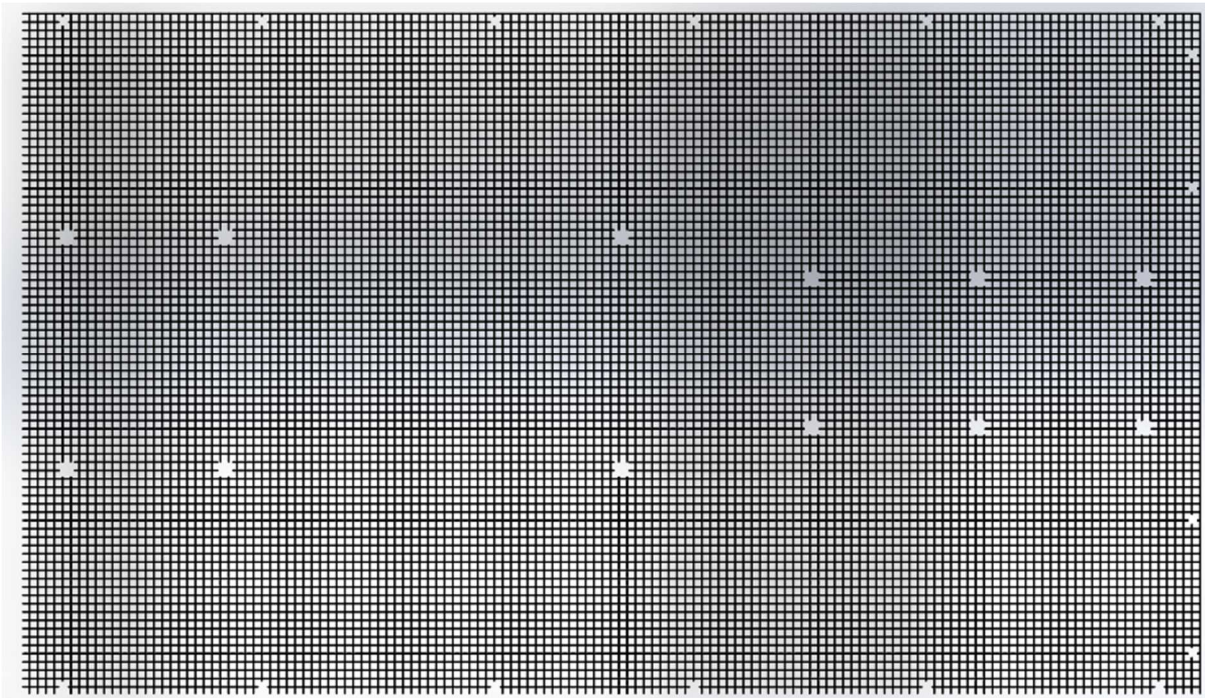


Figura 60. Rejilla metálica del soporte superior

Por ello, en la rejilla del soporte inferior de la máquina, como se muestra en la figura 61, además de tener en cuenta los cortes debidos a las patas de la máquina y las barandillas, se ha tenido que cortar la parte central de la misma, debido a que los materiales seleccionados tanto en la primera máquina como en la segunda, caerán sobre los trojes de almacenamiento correspondientes que se encuentran bajo la máquina.

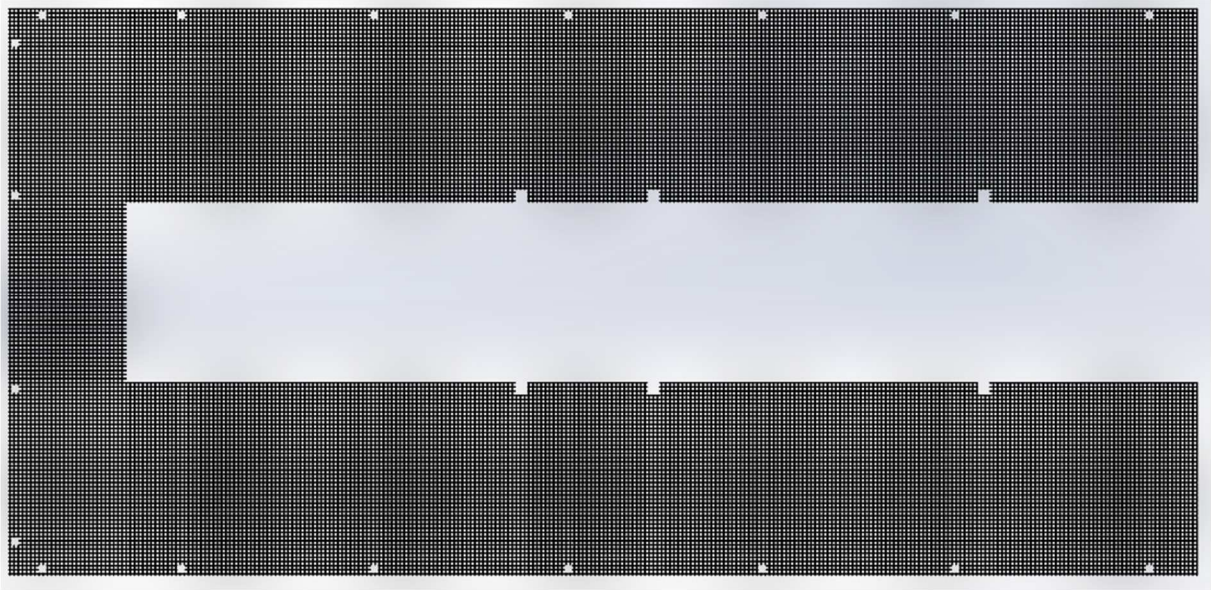


Figura 61. Rejilla metálica del soporte inferior

8.6.5. Perfil ISO 40 x 40 x 2,6

Para la baranda de los soportes de las máquinas, tanto para la superior como para la inferior, se han utilizado perfiles cuadrados de 40 x 40 x 2,6 mm, que irán soldados entre sí para formar la estructura de cada una de las barandas. Además, dichas barandas se han diseñado teniendo en cuenta de que los perfiles no coincidieran en las esquinas con los pilares de los soportes, como se muestra en las figuras 62. De esta forma, los perfiles irán soldados a los IPE 220 de los soportes.

La baranda del soporte superior, se ha dejado abierta por la izquierda porque es de donde proceden los plásticos de la máquina vibratoria. Por otra parte, en el lateral derecho de la misma, irá colocada la escalera de servicio, y por ello también se ha dejado abierta. Por último, la parte derecha de la misma también se ha dejado abierta, ya que es necesario, que los operarios tengan que pasar de un soporte a otro.

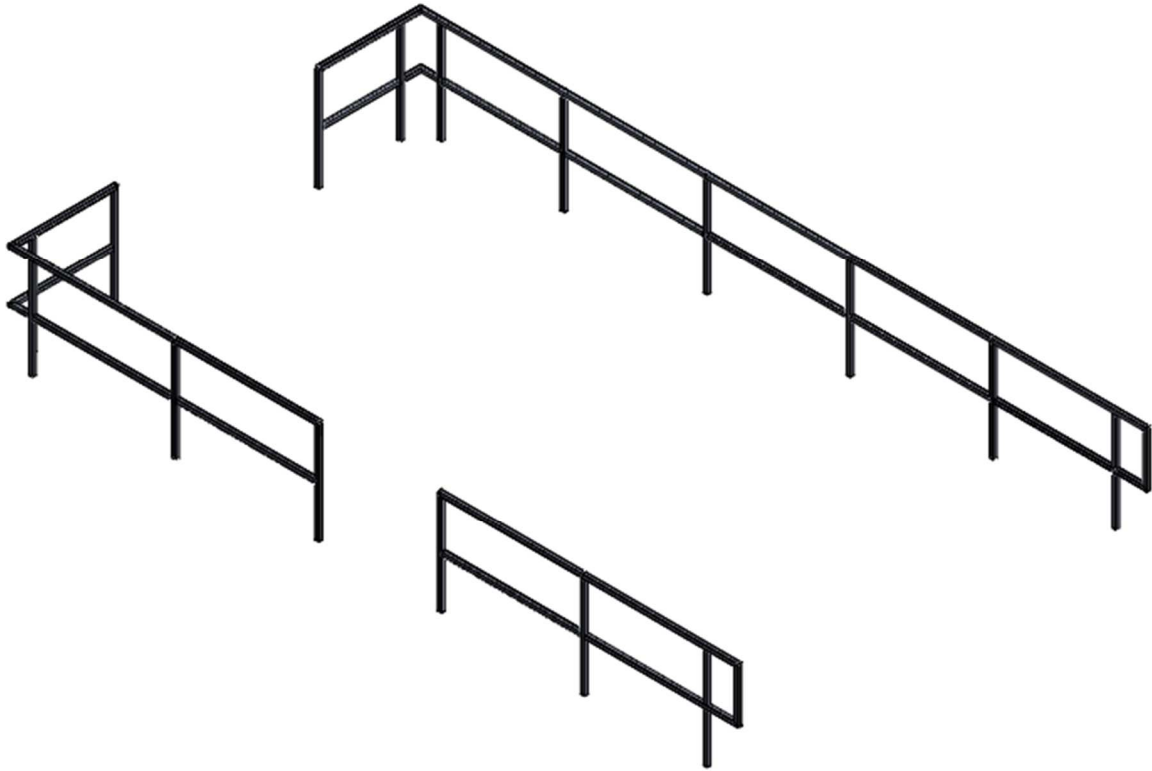


Figura 62. Baranda soporte superior realizada con perfiles ISO 40 x 40 x 2,6

Para el caso de la baranda del soporte inferior, en el lado derecho se ha dejado abierta para que se pueda acceder desde el soporte superior al inferior. En este caso, se han cerrado todos los lados, ya que en este soporte no existen escaleras ni salidas necesarias.

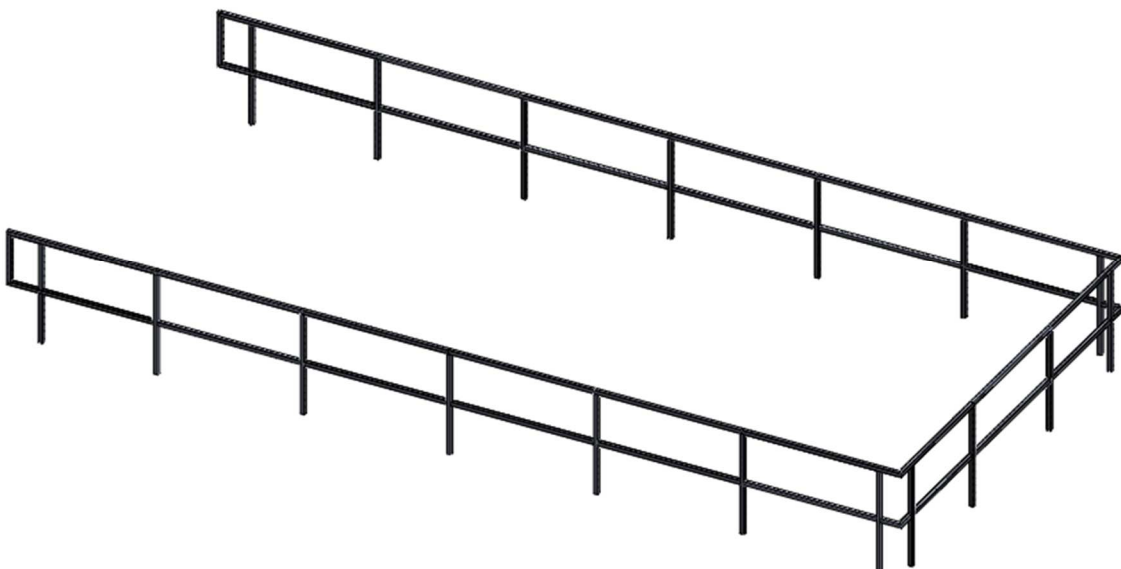


Figura 63. Baranda soporte inferior realizada con perfiles ISO 40 x 40 x 2,6

8.6.6. Escalón soporte superior al inferior

Debido a que los dos soportes se encuentran a distintas alturas, ya que los plásticos seleccionados en la primera máquina deben caer sobre la cinta de la segunda, se ha tenido que diseñar un escalón que permita a los operarios bajar desde el soporte superior al soporte inferior.

Para ello, se ha realizado un peldaño que irá soldado a dos perfiles cuadrados como los descritos anteriormente para las barandillas. Además, dichos perfiles cuadrados, irán soldados al soporte superior por arriba, y al soporte inferior por debajo. El peldaño tiene unas dimensiones de 1000 x 350 x 25 mm y se muestra en la figura 64:

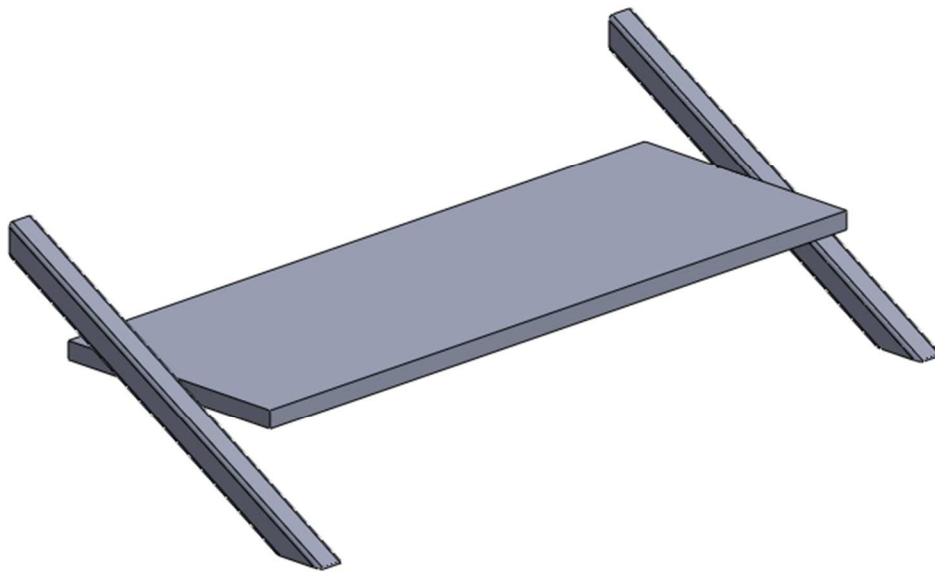


Figura 64. Escalón de acceso entre el soporte superior y el inferior

8.6.7. Ensamblaje soportes de las máquinas

Los resultados de las piezas finales que se han venido describiendo a lo largo de este punto se pueden observar en la siguiente figura 65:

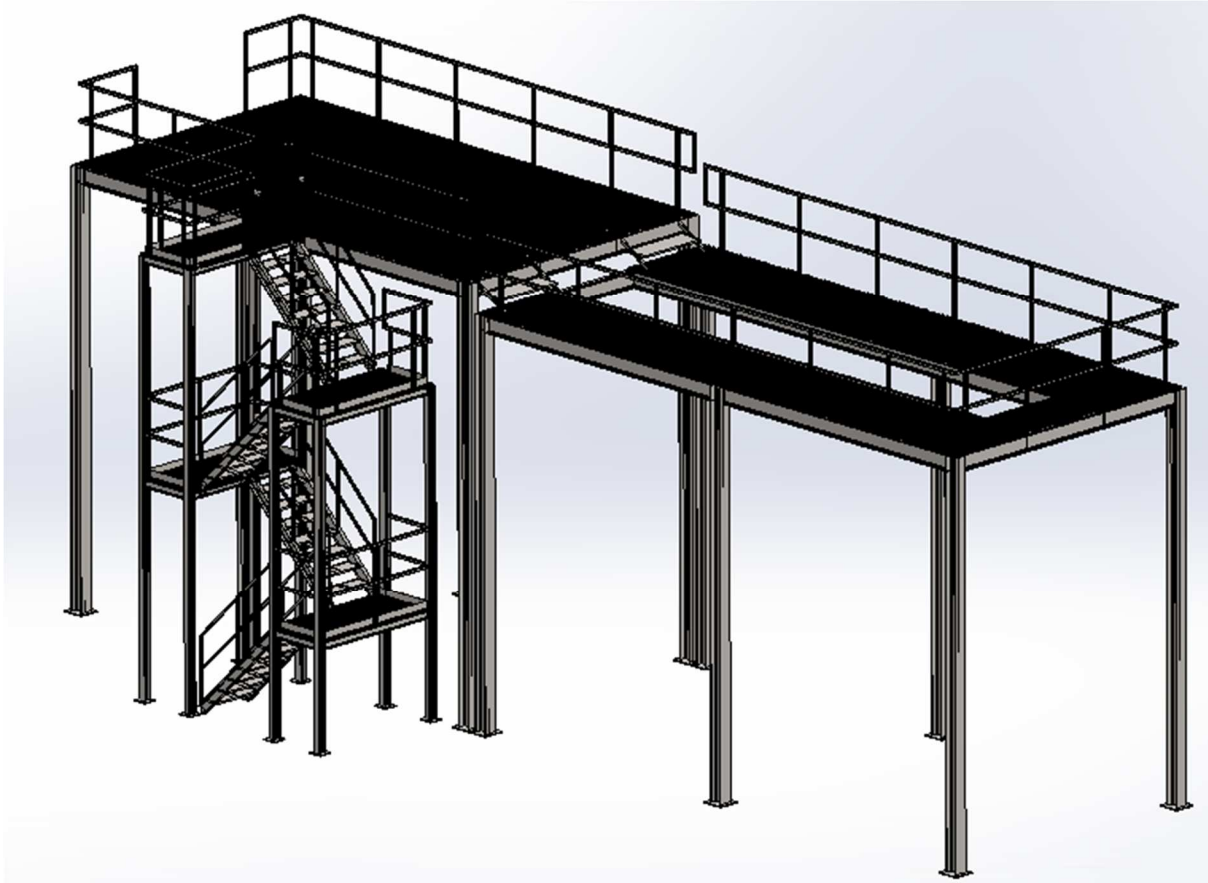


Figura 65. Ensamblaje de los soportes y las escaleras de servicio

8.7. Trojes

En este apartado, se describirán cada uno de los elementos que se han diseñado para realizar los trojes de almacenamiento, que irán debajo de los soportes de la máquina, mediante la herramienta informática SolidWorks 2013. Además, se indicarán las características principales de cada uno de los elementos.

8.7.1. Placa de anclaje

Con el propósito de anclar la estructura de los trojes al suelo de la nave, se han realizado placas de anclaje partiendo de una pletina de acero.

En este caso, la placa tendrá unas dimensiones de 150 x 150 x 10mm. A dichas placas, irán soldados los perfiles que harán de pilares para la estructura de los trojes.

Cada placa de anclaje cuenta con dos orificios de diámetro 12 mm donde irán los correspondientes pernos de anclaje, como se muestra en la figura 66.

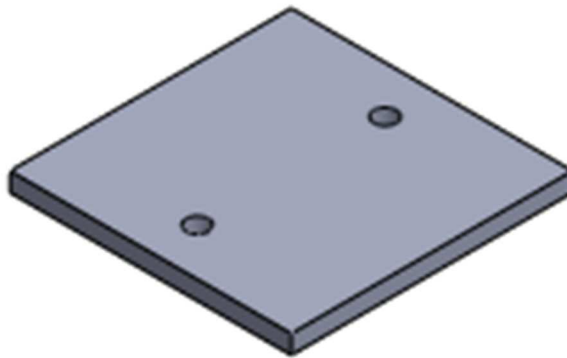


Figura 66. Placa de anclaje de la estructura de los trojes

8.7.2. Perfil laminado ISO 60 x 60 x 5

Los pilares seleccionados para la estructura de los trojes son pilares laminados ISO 60 x 60 x 5 mm. Estos perfiles irán soldados a sus correspondientes placas de anclaje, para formar los pilares de la estructura de los trojes. Se han escogido este tipo de perfiles, ya que no se requiere una gran resistencia sino que se utilizarán para soportar las chapas de acero que delimitarán el espacio reservado a cada uno de los plásticos. Así pues, no se verán sometidos a cargas elevadas. Por lo tanto, dichos perfiles cumplen holgadamente con los requisitos, son fáciles de montar y tienen buena disponibilidad en el mercado.



Figura 67. Perfil laminado ISO 60 x 60 x 5

8.7.3. Chapa de acero

Para delimitar los espacios en las que irá cada uno de los plásticos ya separados, se utilizarán chapas de acero de 2 mm de espesor como la que se muestra en la figura 68. Dichas chapas, prácticamente no soportarán ningún tipo de carga sino que servirán para contener los plásticos. Estas chapas, irán soldadas a los pilares y a ellas, se soldarán las guías.

Las dimensiones de estos componentes para sus distintos usos son:

- Panel lateral: 4060 x 2000 x 2 mm.
- Panel trasero de los tres trojes: 2640 x 2000 x 2 mm.
- Panel trasero del primer troje: 920 x 2000 x 2 mm.



Figura 68. Chapa de acero de 2mm de espesor

8.7.4. Guías para cintas transportadoras:

Teniendo en cuenta que bajo los trojes irán las cintas transportadoras, se han diseñado dichas guías para evitar que los plásticos puedan caer por los extremos de las cintas. Así pues,

las guías redirigirán los plásticos que vayan muy en los extremos hacia la banda de la cinta transportadora.

Las guías se han fabricado a partir de una chapa de acero de 2 mm y su dimensiones serán de 4060 x 796 mm. Irán soldadas a los paneles laterales y al trasero para evitar que los plásticos puedan caer por uno de los extremos entre la chapa y la cinta transportadora, a lo largo de toda la superficie del troje.

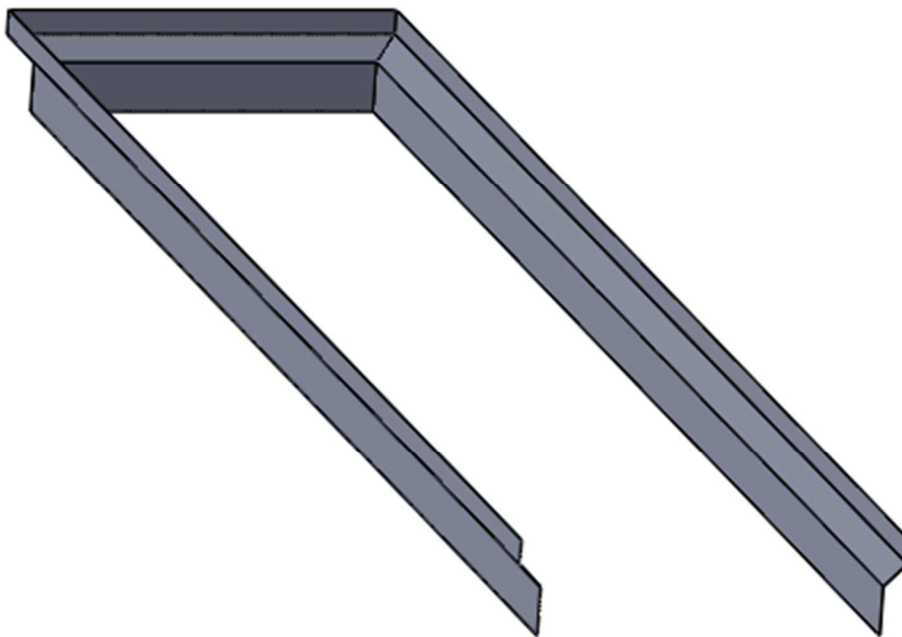


Figura 69. Guías para las cintas transportadoras

8.7.5. Conductos para plásticos seleccionados en la segunda máquina

Se ha diseñado unos conductos para redirigir los plásticos seleccionados hacia los trojes, una vez han sido separados por la máquina correspondiente.

Las dimensiones interiores de dichos conductos son de 800 x 1290 mm y están fabricados a partir de una pletina de 5 mm. Dichos conductos son de 1 m de altura y se

estrecharán a lo largo de su longitud, hasta llegar a unas dimensiones de 250 x 1290 mm. De esta forma, se facilita que los plásticos seleccionados caigan dentro de sus respectivos trojes. Además, los conductos estarán soldados a unos perfiles en L colocados en su parte superior. Así pues, la estructura del soporte inferior se soldará a ellos, mediante dichos perfiles en L. Dichos conductos se muestran en la figura 70:

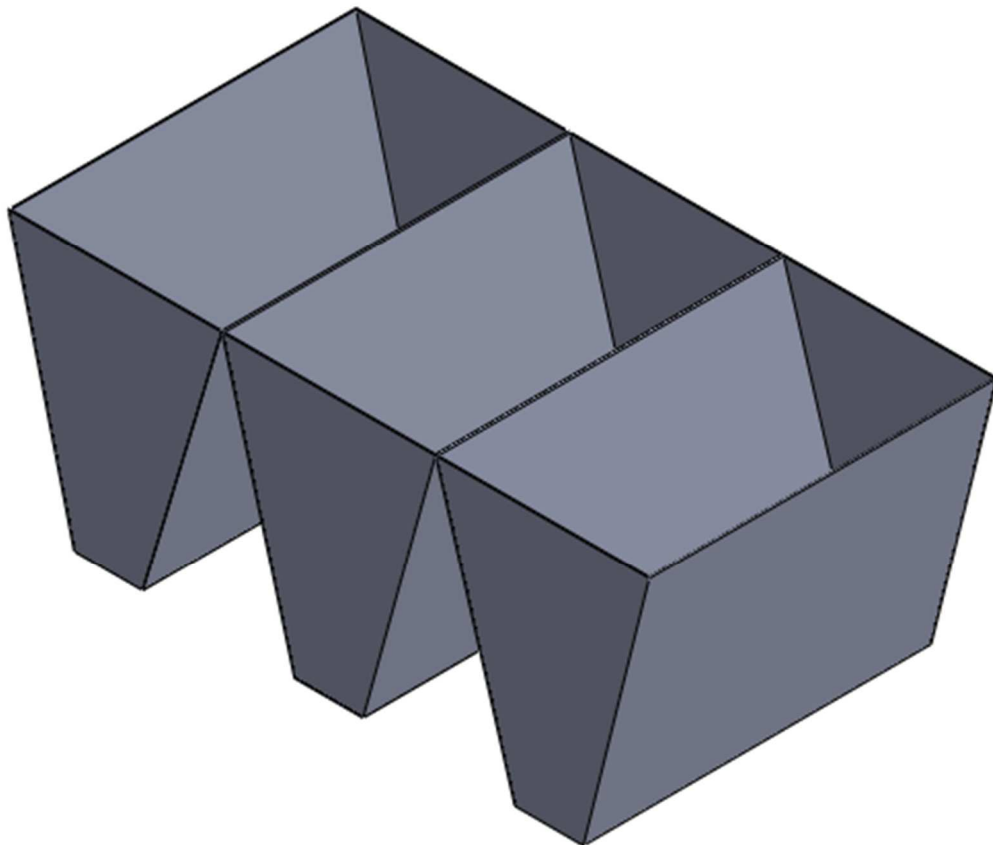


Figura 70. Conductos para plásticos seleccionados en la segunda máquina

8.7.6. Perfiles L 20 x 20 x 3

Como se describió anteriormente, los conductos que guiarán los plásticos hacia los trojes, se soldarán a la estructura por medio de perfiles L, como el que se muestra en la figura 71. Dichos perfiles se soldarán tanto a la parte inferior de los perfiles de la estructura del soporte inferior, como a los conductos descritos en el apartado anterior.

Los perfiles se recortarán a 76° para adaptarse a la inclinación de los conductos por ambos lados en el caso de los perfiles que sujetan los 3 conductos para plásticos separados por la segunda máquina, y por uno de los lados para las que sujetan el conducto para los plásticos separados por la primera máquina. Así pues, también se tendrán dos longitudes:

- Para los perfiles que sujetan un conducto se tendrá una longitud de 510mm.
- Para los perfiles que sujetan los tres conductos se tendrá una longitud de 2430mm.

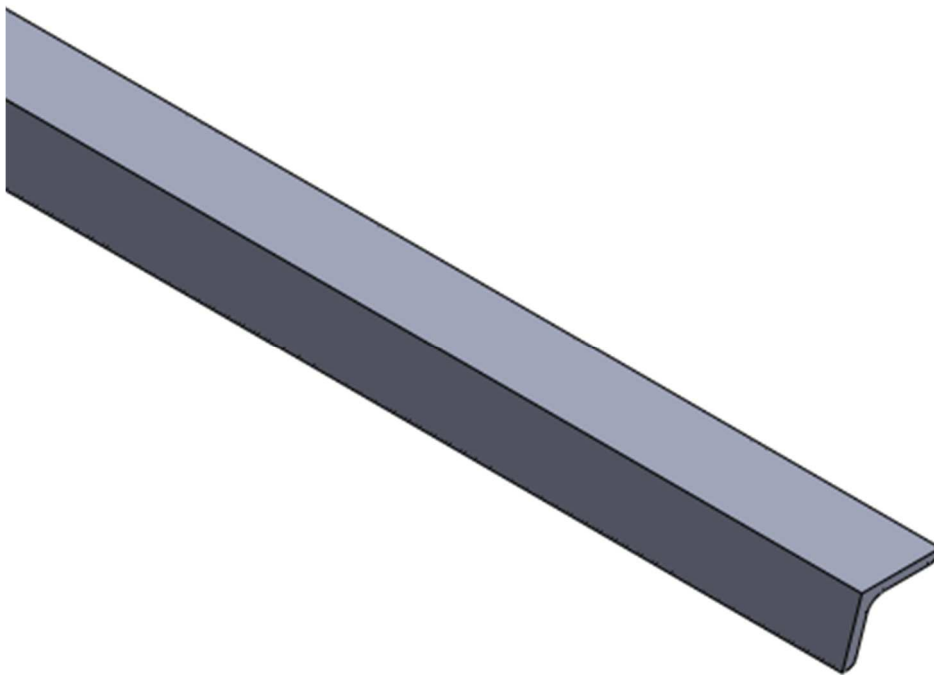


Figura 71. Perfil L 20 x 20 x 3

8.7.7. Conductos para el plástico seleccionado en la primera máquina

Se ha diseñado un conducto para redirigir el plástico seleccionado en la primera máquina (PET) hacia los trojes.

Las dimensiones interiores de dichos conductos son de 500 x 1290 mm y están fabricados a partir de una pletina de 5 mm. En este caso, no se han realizado los conductos de

800 mm ya que como la primera máquina separará el PET impulsándolo hacia abajo, no se necesita tanto espacio. Además, 500 mm es la distancia necesaria para que los plásticos no seleccionados pasen de la primera a la segunda cinta de las máquinas. Dicho conducto es de 1 m de altura y se estrechará a lo largo de su longitud, hasta llegar a unas dimensiones de 250 x 1290 mm. De esta forma, se facilita que el plástico seleccionado caiga dentro del troje. Además, el conducto estará soldado a unos perfiles en L colocados en su parte superior. Así pues, la estructura del soporte inferior se soldará a él, mediante dichos perfiles en L. El conducto se muestra en la figura 72:

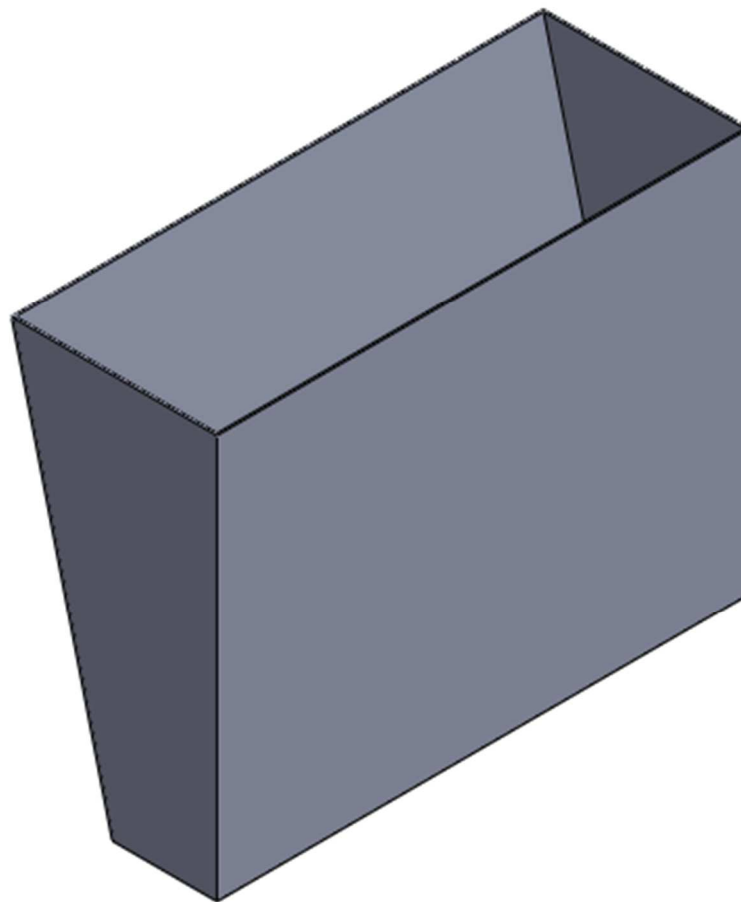


Figura 72. Conducto para el plástico seleccionado en la primera máquina

8.7.8. Ensamblaje soportes de las máquinas, escaleras y trojes

Los resultados de las piezas finales que se han venido describiendo a lo largo de este punto se pueden observar en la siguiente figura 73:

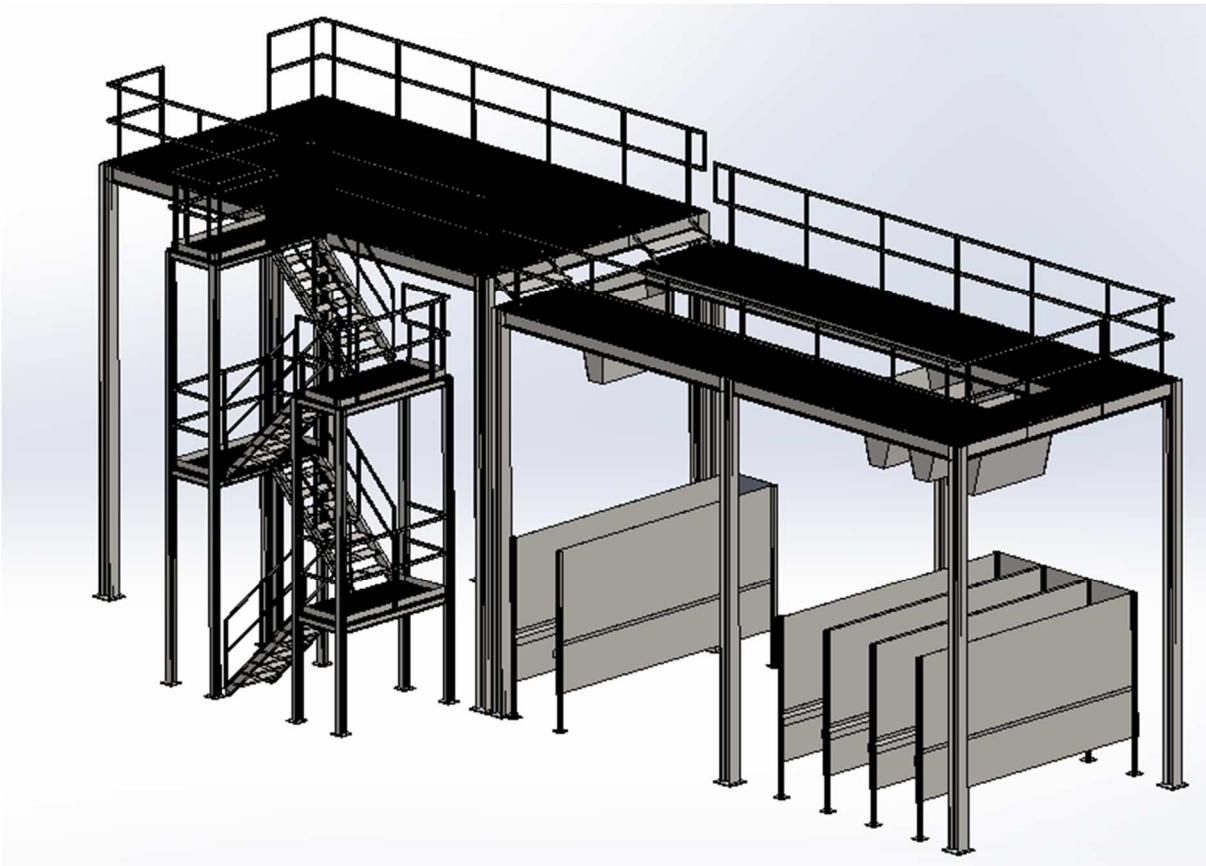


Figura 73. Ensamblaje de los soportes de las máquinas, las escaleras y los trojes

8.8. Material

El material de los miembros estructurales descritos anteriormente, y que forman la estructura de la escalera así como la estructura del soporte de la máquina, están fabricados con acero S 275 JR.

Se ha elegido este tipo de acero, ya que es uno de los aceros estructurales que más se usa en estructuras metálicas en Europa, por lo que su disponibilidad en el mercado es muy alta. Otra de las razones por las que se ha elegido este tipo de acero, es porque no se necesita un acabado superficial muy fino para las piezas estructurales. Además, es un acero de resistencia media, buena tenacidad y un fácil conformado.

En la tabla 3, se pueden observar las propiedades más importantes del acero S 275 JR.

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo de elasticidad en X	210000	N/mm ²
Coefficiente de Poisson en XY	0,28	N/D
Módulo cortante en XY	79000	N/mm ²
Densidad de masa	7800	kg/m ³
Límite de tracción	410	N/mm ²
Límite elástico	275	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica en X	$1,1 \cdot 10^{-5}$	1/K
Conductividad térmica en X	14	W/(m·K)
Calor específico	440	J/(kg·K)

Tabla 3. Propiedades del acero S275JR

8.9. Uniones atornilladas

En este proyecto, la totalidad de las uniones desmontables se llevará a cabo por medio de pernos. El material utilizado para los mismos es el acero inoxidable austenítico A2 clase 70 (A2-70). El número de la clase indica la resistencia a tracción dividida entre 10. Así pues, se tendrá un acero con una resistencia a tracción de 700 N/mm².

La composición del acero se puede ver en la tabla 4.

Acero inoxidable		Composición química en % ¹⁾								Tipo de acero inoxidable			
Grupo de compos.	Tipo de aleación	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo ⁸⁾	Ni	DIN Werkstoffnr	Tipos AISI	ISO 683/XII	Notas
Austenítico	A1	0,12	1,0	2,0	0,20	0,15-0,35	17,0-19,0	0,6	8,0-10,0	1,4305 ⁹⁾	303	17	2) 3)
	A2	0,08	1,0	2,0	0,05	0,03	17,0-20,0		8,0-13,0	1,4303 ⁹⁾	305	13	4) 6) 7)
										1,4301 ⁹⁾	304	-	4) 5) 7)
										1,4541	321	15	5)
A	A4	0,08	1,0	2,0	0,05	0,03	16,0-18,5	2,0-3,0	10,0-14,0	1,4401 ⁹⁾	316	20	4) 6)
										1,4571	316 Ti	21	5)

1) Valores máximos salvo especificación contraria.

2) El azufre puede ser reemplazado por el selenio.

3) Puede contener titanio en cantidad $\geq 5 \times C$, hasta el 0,8%.

4) Puede contener niobio y/o tantalio en cantidad $\geq 10 \times C$, hasta el 1%.

5) Contiene titanio en cantidad $\geq 5 \times C$, hasta el 0,8%.

6) Puede contener cobre hasta el 4%.

7) Puede contener igualmente molibdeno; a discreción del fabricante.

8) Si por algunas aplicaciones, es esencial un contenido máximo en molibdeno, éste tendrá que ser especificado, por el cliente, a la realización del pedido.

9) Los tipos de acero inoxidable más utilizadas en Europa.

Tabla 4. Composición del acero A2-70

Hay que destacar que se ha elegido la clase 70, debido a que es la clase de calidad más utilizada comúnmente. De esta forma, como es la clase considerada “estándar”, existe un gran stock en las tiendas.



Figura 74. Tornillos de acero A2-70

Por último, se debe tener en cuenta, que se han utilizado pernos de métrica 8 para la fijación de los escalones a las guías, pernos de métrica 12 para la fijación de las guías a los anclajes y pernos de métrica 20 para el resto de uniones desmontables, como se explicó en el apartado anterior.

8.9.1. Anclaje base inferior-guía escalera

Para este tipo de unión, que permite fijar las guías de las escaleras al anclaje, se han utilizado tonillos hexagonales de métrica 12 ISO 4015. Además, se han utilizado sus correspondientes tuercas ISO 4033 y arandelas 7092. Esta unión se muestra en la figura 75:

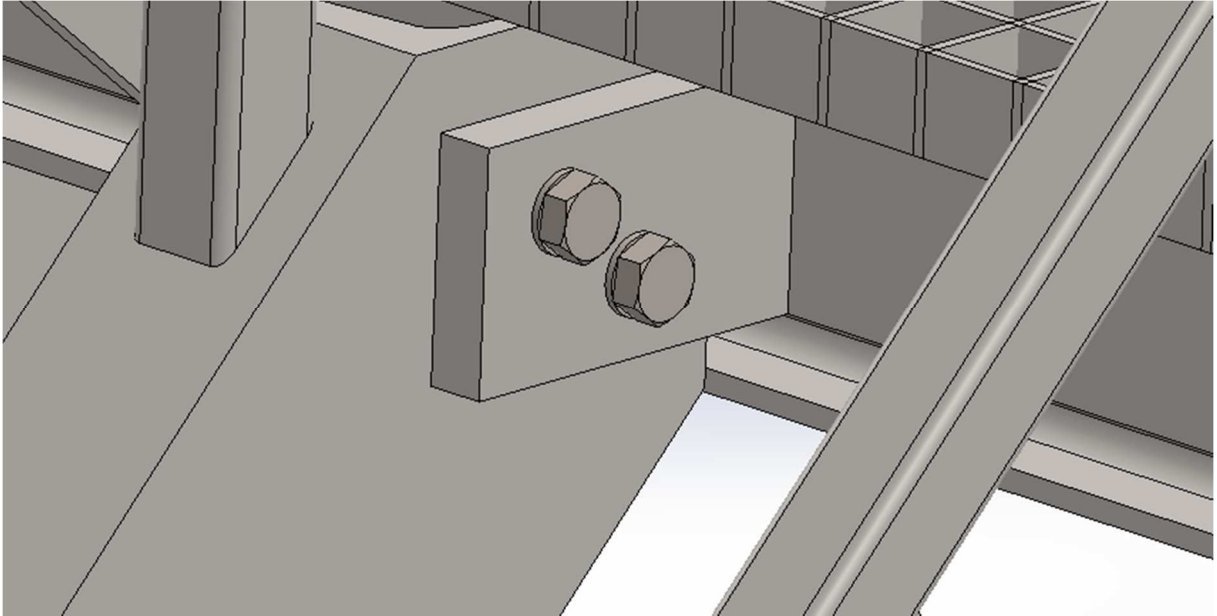


Figura 75. Anclaje base inferior-guía escalera

8.9.2. Anclaje base inferior-soporte descanso

Para este tipo de unión, que permite fijar las bases soporte de los descansos al anclaje, se han utilizado tornillos hexagonales de métrica 20 ISO 4015. Además, se han utilizado sus correspondientes tuercas ISO 4033 y arandelas 7092. Esta unión se muestra en la figura 76:

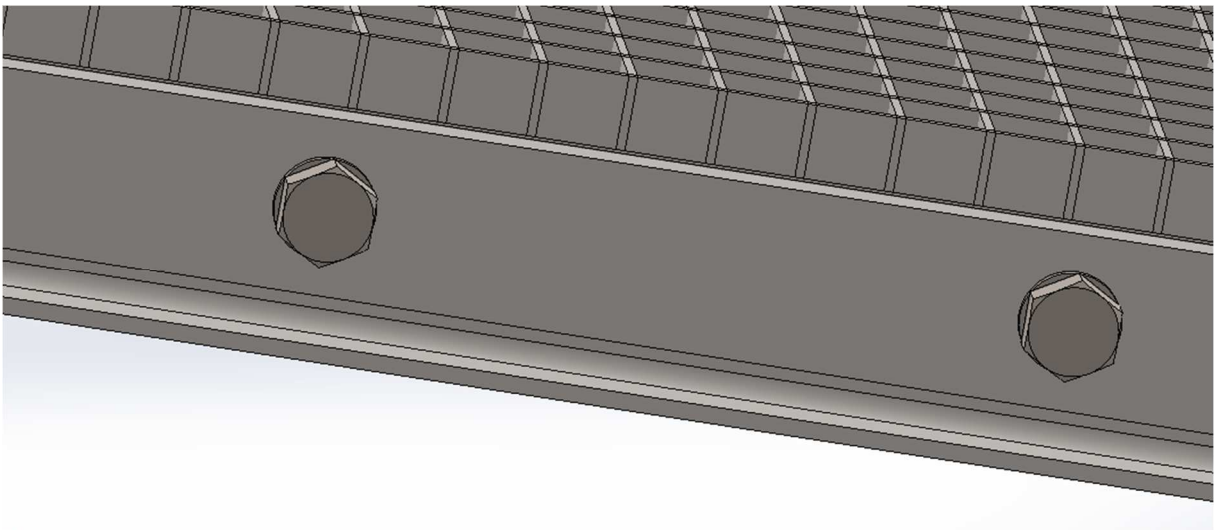


Figura 76. Anclaje base inferior-soporte descanso

8.9.3. Anclaje escalón-guía

Para anclar cada uno de los escalones con las guías de las escaleras, se utilizarán tornillos hexagonales de métrica 8 ISO 4015. Además, se han utilizado sus correspondientes tuercas ISO 4033 y arandelas 7092. Esta unión se muestra en la figura 77.

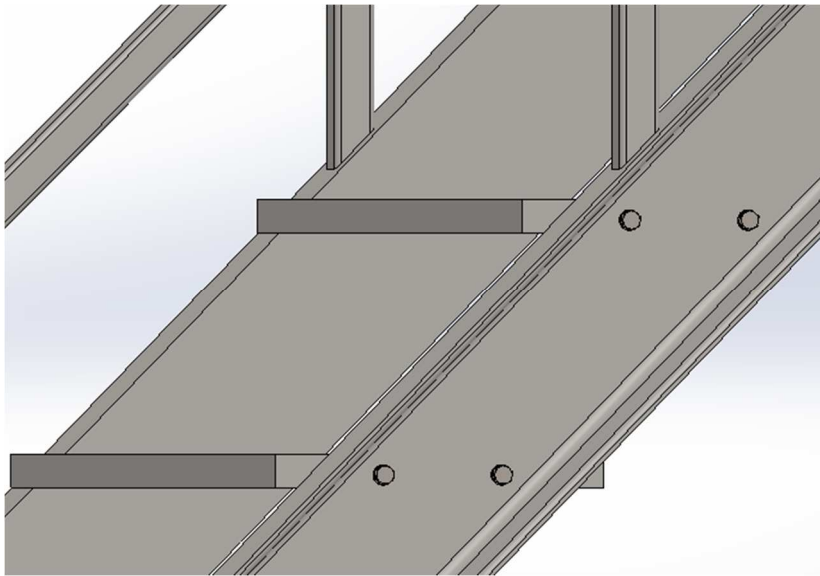


Figura 77. Anclaje escalón-guía

8.10. Placas de anclaje

8.10.1. Placa de anclaje escalera

Para anclar las placas de ambos soportes de las máquinas, se utilizarán pernos de métrica 8 B400 S, con una longitud $L=30$ cm. Esta unión se muestra en la figura 78:

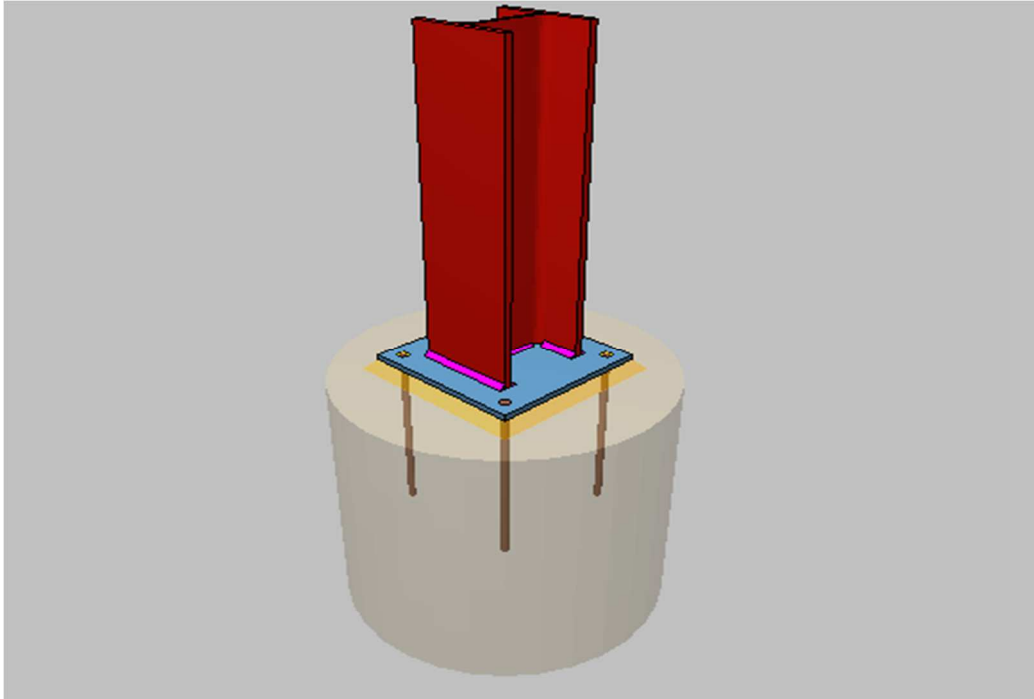


Figura 78. Placa de anclaje escalera

8.10.2. Placa de anclaje soportes

Para anclar las placas de ambos soportes de las máquinas, se utilizarán pernos de métrica 14 B400 S, con una longitud $L=30$ cm. Esta unión se muestra en la figura 79:

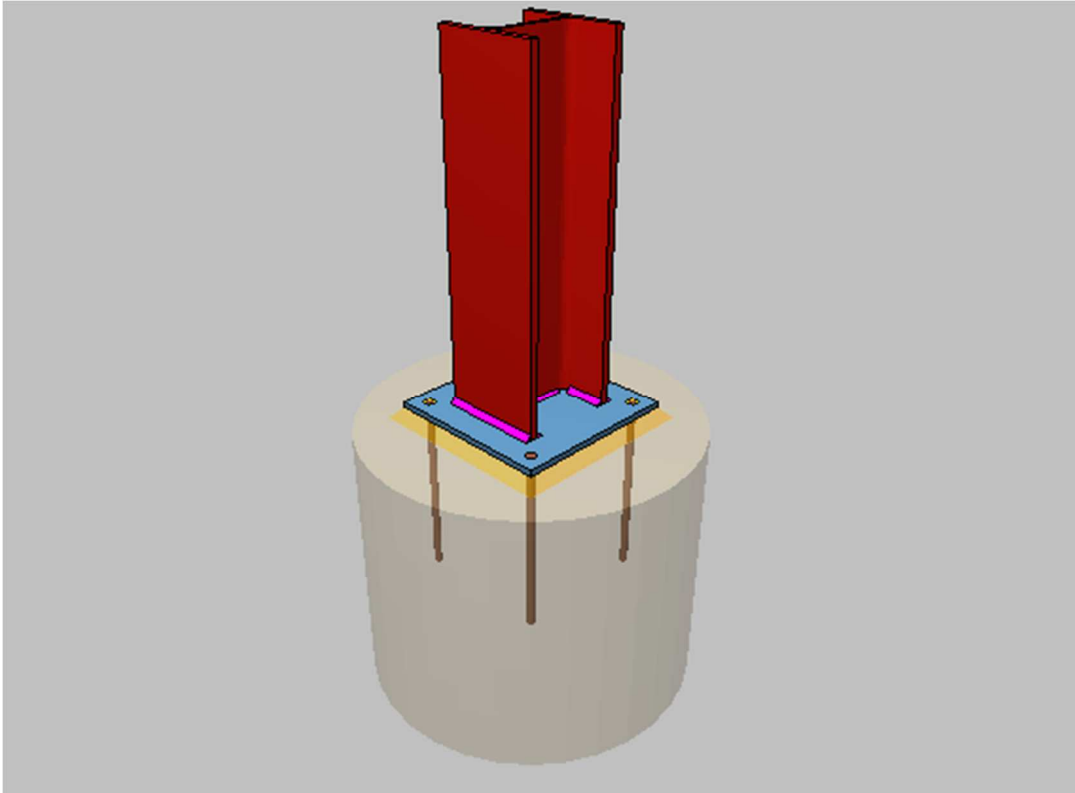


Figura 79. Placa de anclaje soportes

8.10.3. Placa de anclaje trojes de almacenamiento

Para anclar las placas de los trojes de almacenamiento, se utilizarán 2 pernos de métrica 8 B400 S, con una longitud $L=30$ cm. Esto se hará únicamente por criterio constructivo ya que no se prevén cargas que deberá soportar la estructura.

8.11. Uniones soldadas

Para realizar las soldaduras de la estructura, se ha optado por una soldadura por arco con electrodo metálico revestido (SMAW).

Se trata de una técnica en la cual el calor de soldadura es generado por un arco eléctrico entre la pieza de trabajo (metal base) y un electrodo metálico consumible (metal de aporte) recubierto con materiales químicos en una composición adecuada (fundente). Se puede visualizar el proceso en la figura 80:

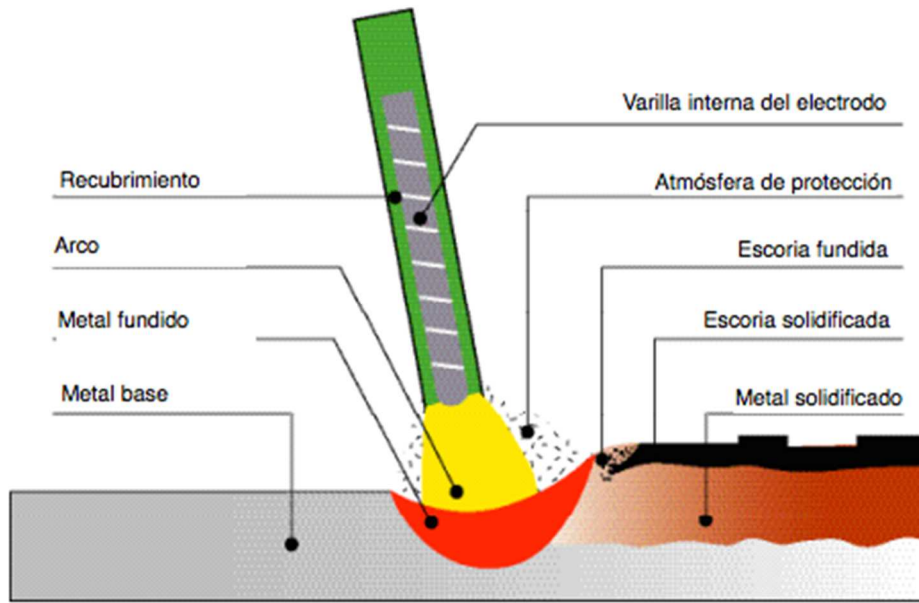


Figura 80. Soldeo por arco SMAW

Para realizar la soldadura, se utilizará electrodos del fabricante BÖHLER, concretamente el modelo FOX MSU. Con este modelo, se puede conseguir la soldadura por el proceso SMAW utilizando como metal base el acero S275 JR, como se ha venido indicando.

Los electrodos seleccionados, poseen un recubrimiento rutilo-celulósico con extraordinaria soldabilidad en todas las posiciones, incluida vertical descendente. Además, tienen un baño de fusión viscoso, una buena unión entre separación de raíz y una fácil manipulación. Siguiendo las recomendaciones del fabricante, son idóneos para la industria y el soldeo manual, el soldeo de fábrica y el ensamblaje.

En la tabla 5, se puede observar el modelo del electrodo elegido, así como sus características principales:

BÖHLER Norma EN AWS	Proceso de soldeo	Análisis típico %	Propiedades mecánicas típicas	Ø mm	Homolo- gaciones	Características y aplicaciones	Metales base
FOX MSU E 38 0 RC 11 E 43 13 A E6013 E4313	SMAW	C 0,06 Si 0,4 Mn 0,5	YS 430 N/mm ² TS 490 N/mm ² EL 26% CVN 75 J 58 J....-10 °C	2,5 3,2 4,0	TÜV-D, DB, ÖBB, ABS, DNV, BV, GL, LR, RMR, SEPROZ, CE	Electrodos con recubrimiento rutilo-celulósico con extraordinaria soldabilidad en todas las posiciones, incluida vertical descendente. Baño de fusión viscoso, buena unión entre separación de raíz, fácil manipulación. Para la industria y el soldeo manual, el soldeo de fábrica y ensamblaje.	Aceros hasta un límite elástico de 380 N/mm ² (52 ksi) S275JR, S235J0G3 - S355J0G3, P235GH, P265GH, P255NH, P235T1,

Tabla 5. Propiedades del electrodo FOX MSU

8.11.1. Estructura escaleras

Los diferentes tipos de soldadura en la estructura superior de la escalera, así como en la estructura inferior, se muestran según su tipo en las figuras 81 y 82.

Inferior

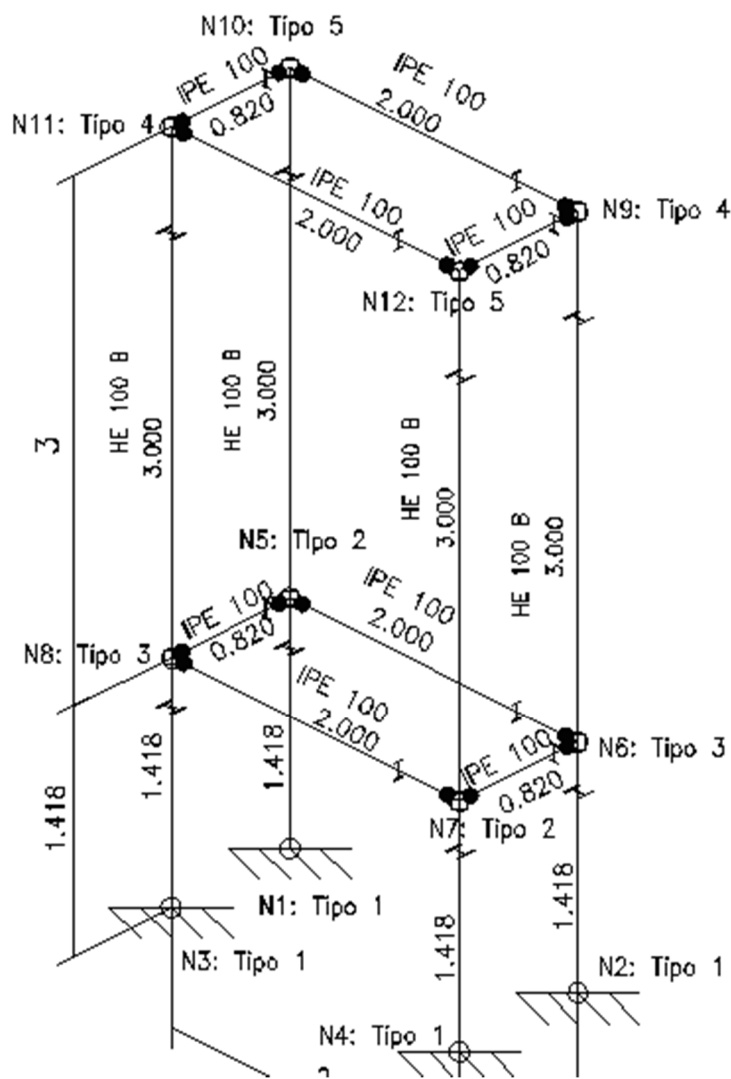


Figura 81. Estructura escalera inferior

Superior

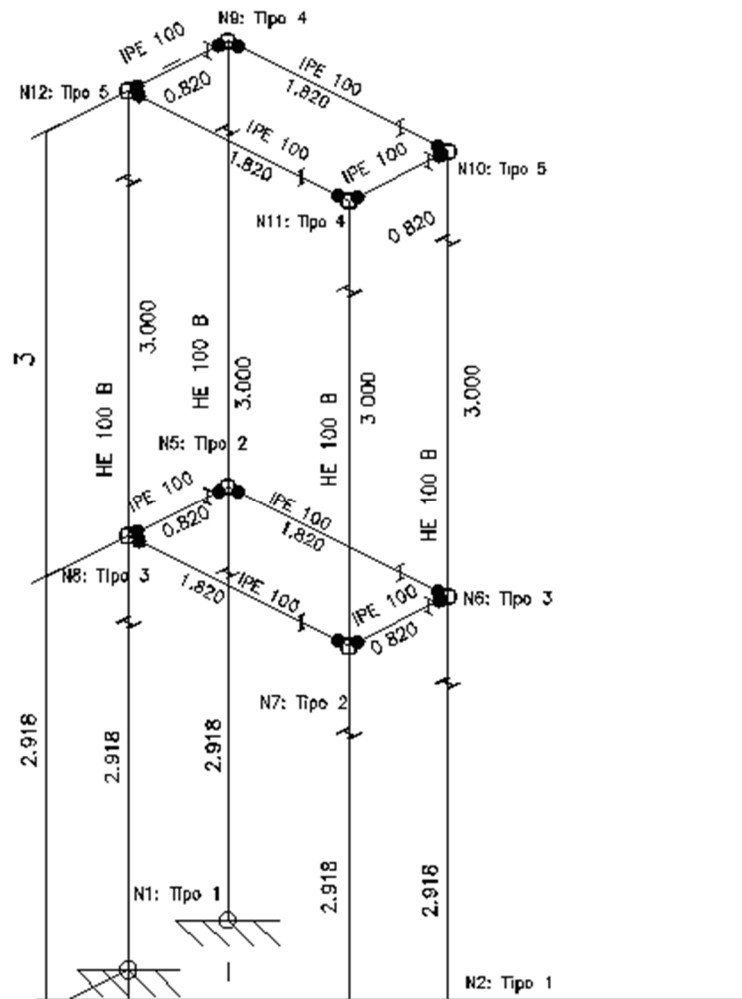


Figura 82. Estructura escalera superior

8.11.1.1. Unión tipo 1 (Pernos-placa de anclaje-pilar)

Los pernos irán soldados a las placas de anclaje de la estructura de la escalera. De esta forma, con los pernos situados en las esquinas de la placa a 20 mm de distancia con los bordes, se realizará una soldadura en taller, con una profundidad de preparación de los bordes de 3mm. Además, se soldará el pilar HEB 100 a la placa por su alma, con un espesor de garganta de 3 mm y una longitud de 60 mm. Así pues, también se soldarán las alas superiores e inferiores, con un espesor de garganta de 5 mm, como muestra la figura 83:

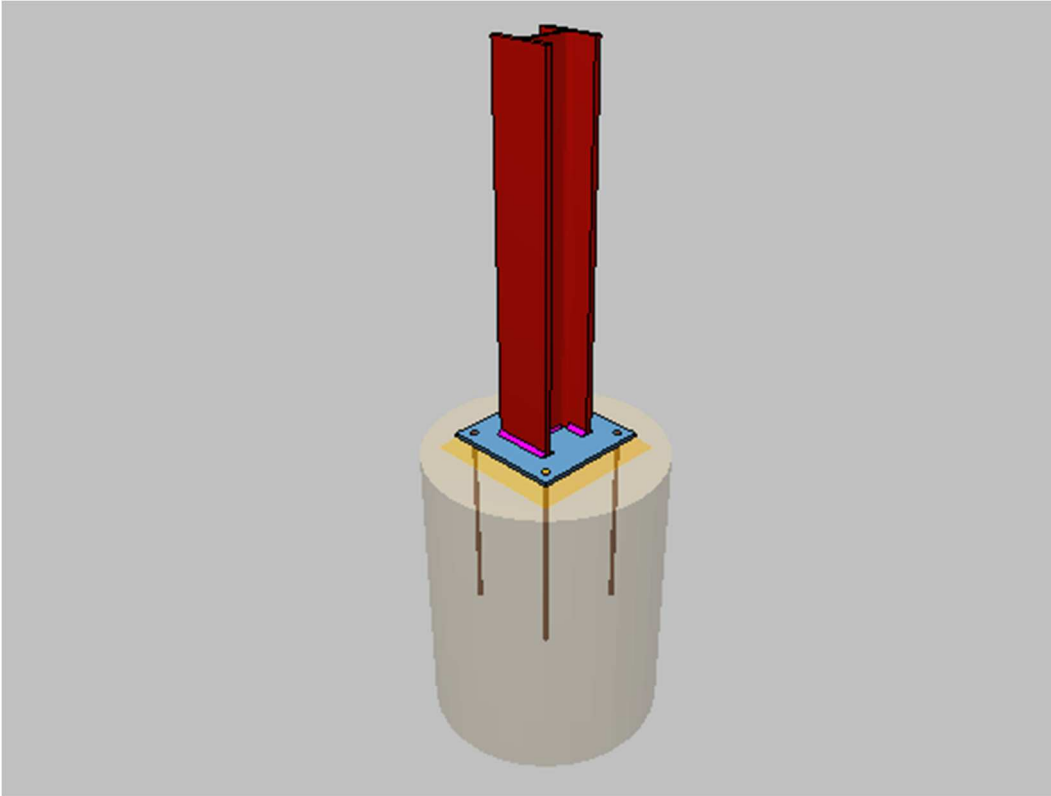


Figura 83. Unión tipo 1 escaleras. Pernos-placa de anclaje-pilar

8.11.1.2. Unión tipo 2 (viga-pilar-viga)

En este tipo de unión, se soldarán las vigas IPE 100 a los pilares HEB 100. Para ello, se realizará una soldadura en el alma con un espesor de garganta de 3 mm y una longitud de 50 mm, como muestra la figura 84:

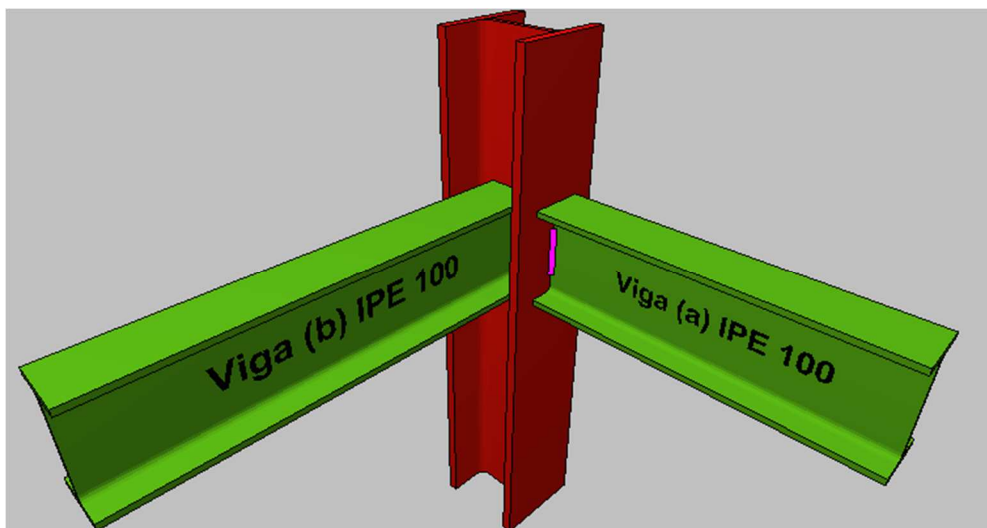
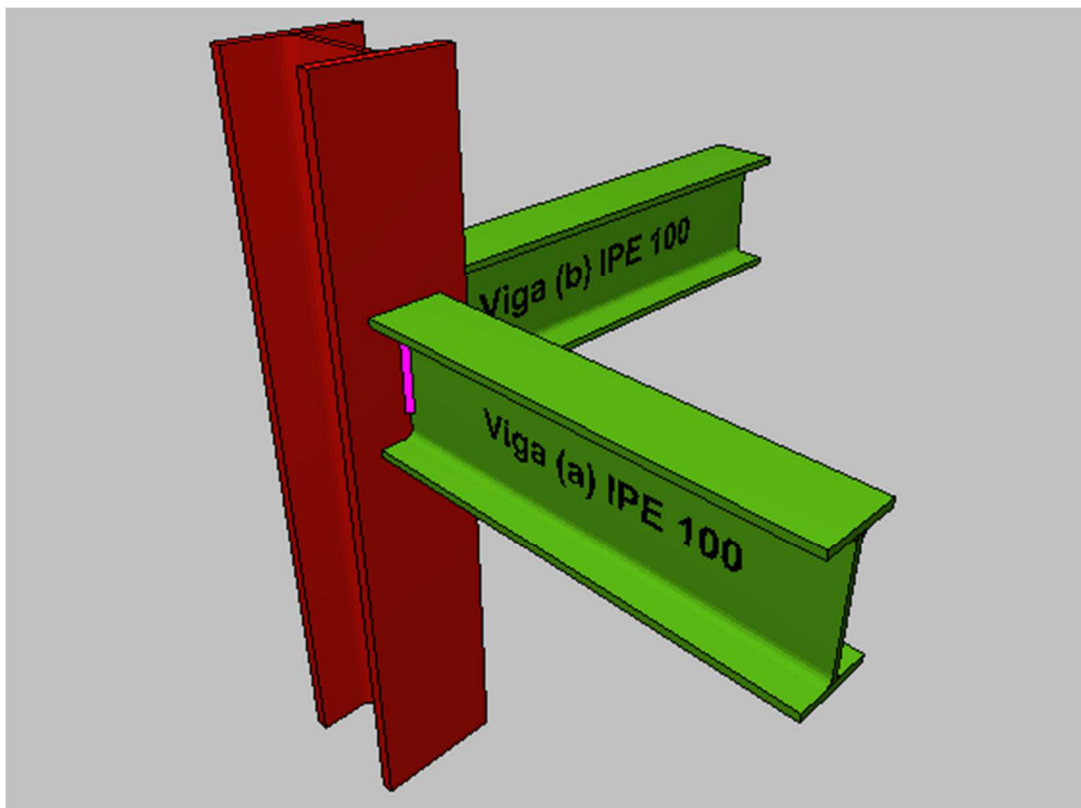


Figura 84. Unión tipo 2 escaleras. Viga-pilar-viga

8.11.1.3. Unión tipo 3 (viga-pilar-viga)

En este tipo de unión, se soldarán las vigas IPE 100 a los pilares HEB 100. Para ello, se realizará una soldadura en el alma con un espesor de garganta de 3 mm y una longitud de 50 mm, como muestra la figura 85:

*Figura 85. Unión tipo 3 escaleras. Viga-pilar-viga*

8.11.1.4. Unión tipo 4 (viga-pilar-viga)

En este tipo de unión, se soldarán las vigas IPE 100 a los pilares HEB 100. Para ello, se realizará una soldadura en el alma con un espesor de garganta de 3 mm y una longitud de 50 mm, como muestra la figura 86:

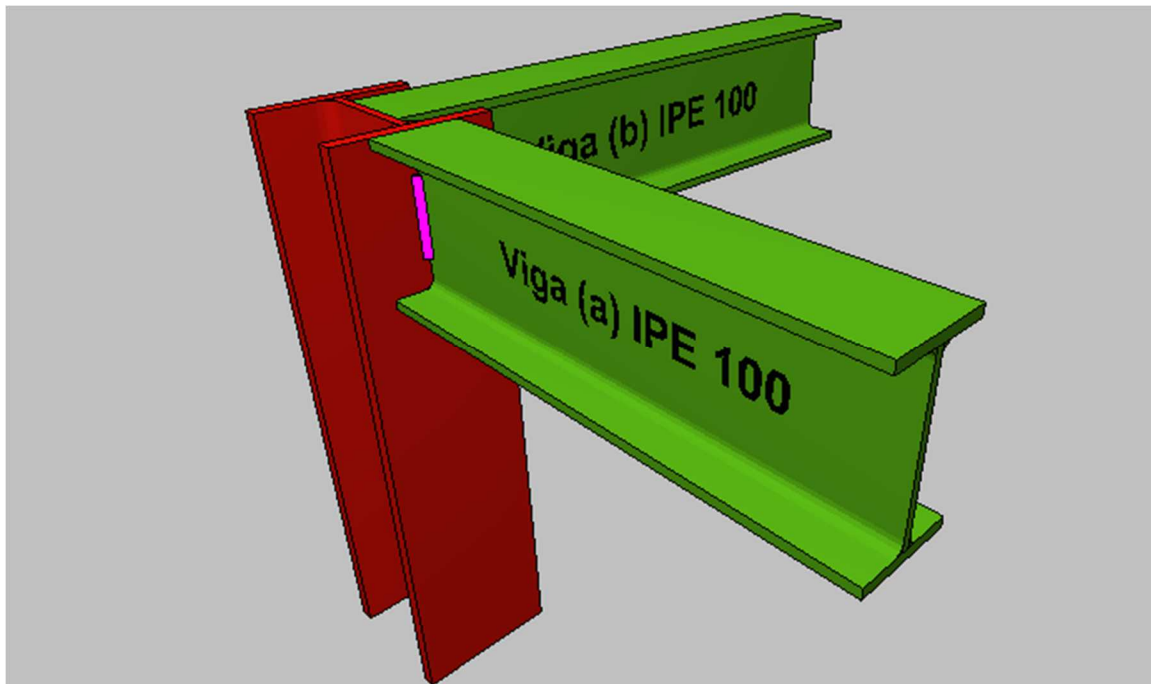


Figura 86. Unión tipo 4 escaleras. Viga-pilar-viga

8.11.1.5. Unión tipo 5 (viga-pilar-viga)

En este tipo de unión, se soldarán las vigas IPE 100 a los pilares HEB 100. Para ello, se realizará una soldadura en el alma con un espesor de garganta de 3 mm y una longitud de 50 mm, como muestra la figura 87:

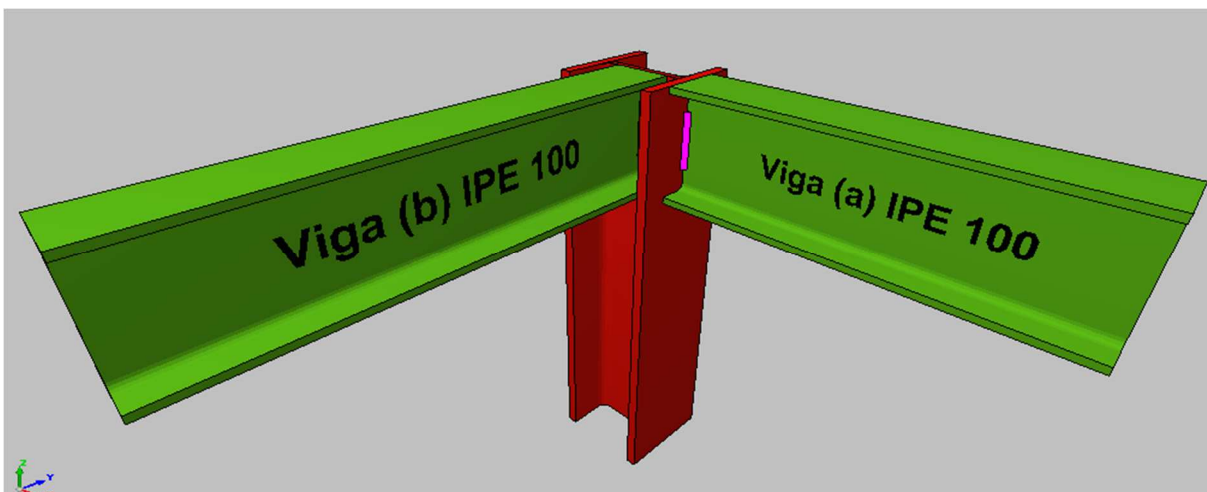


Figura 87. Unión tipo 5 escaleras. Viga-pilar-viga

8.11.2. Soporte superior

Los diferentes tipos de soldadura en el soporte superior de la estructura, se muestran según su tipo en la figura 88.

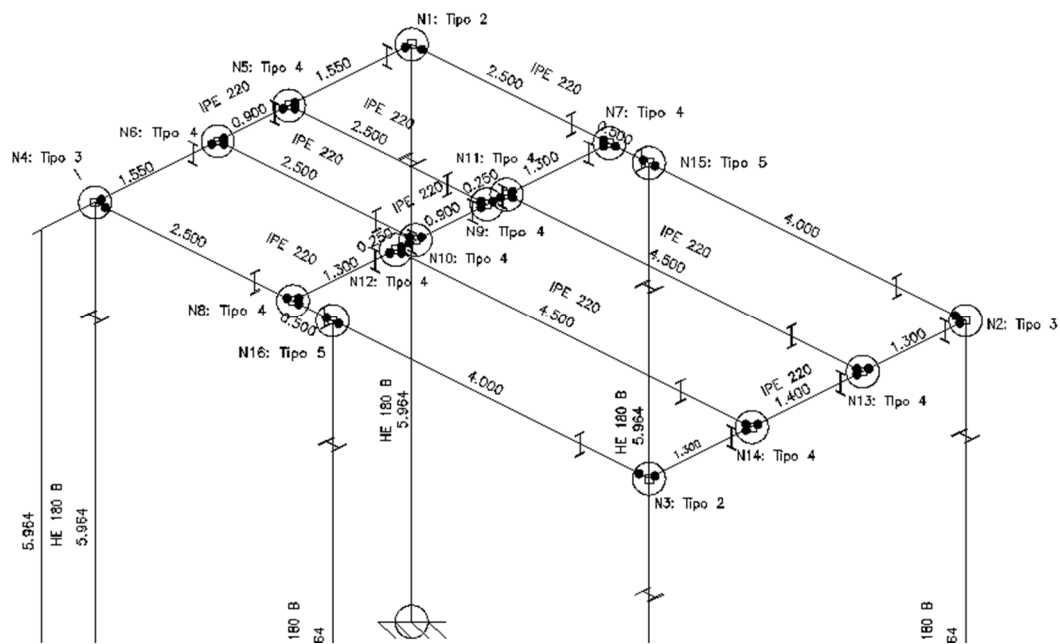


Figura 88. Soporte superior

8.11.2.1. Unión tipo 1 (Pernos-placa de anclaje-pilar)

Los pernos irán soldados a las placas de anclaje de los soportes. De esta forma, con los pernos situados en las esquinas de la placa a 30 mm de distancia con los bordes, se realizará una soldadura en taller, con una profundidad de preparación de los bordes de 3mm. Además, se soldará el pilar HEB 180 a la placa por su alma, con un espesor de garganta de 4 mm y una longitud de 124 mm. Así pues, también se soldarán las alas superiores e inferiores, con un espesor de garganta de 7 mm, como muestra la figura 89:

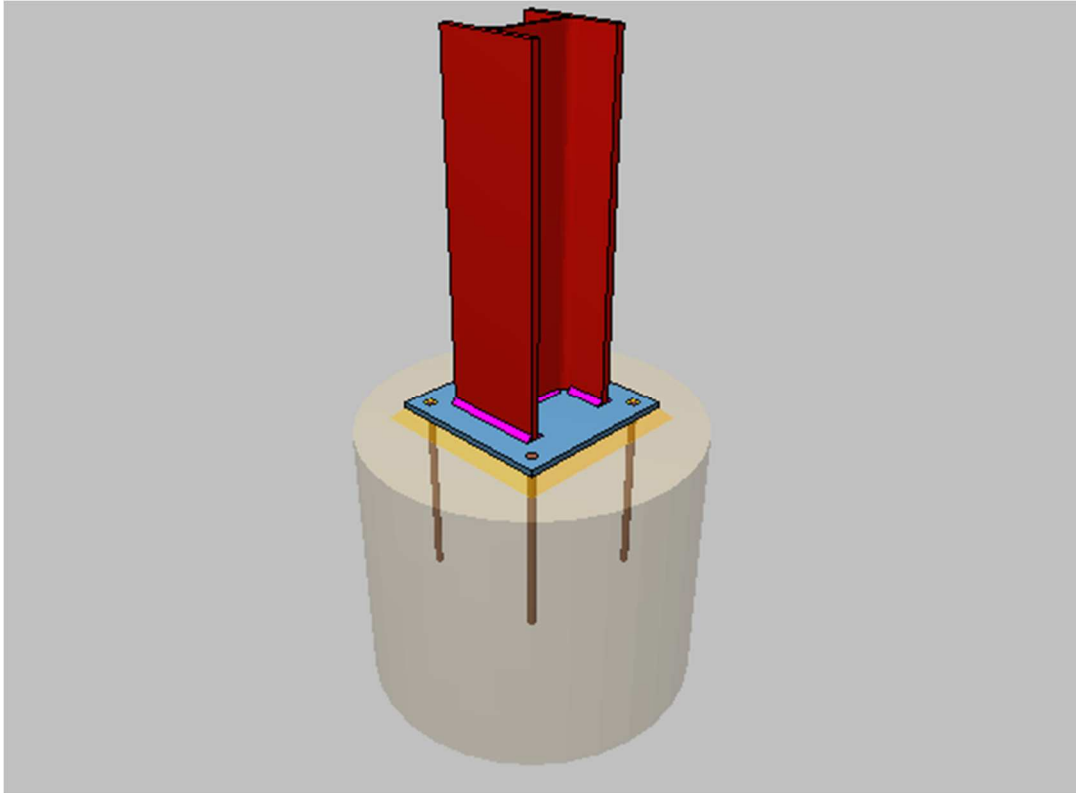


Figura 89. Unión tipo 1 soporte superior. Perno-placa de anclaje-pilar

8.11.2.2. Unión tipo 2 (viga-pilar-viga)

En este tipo de unión, se soldarán las vigas IPE 220 a los pilares HEB 180. Para ello, se realizará una soldadura en el alma con un espesor de garganta de 4 mm y una longitud de 120 mm, como muestra la figura 90:

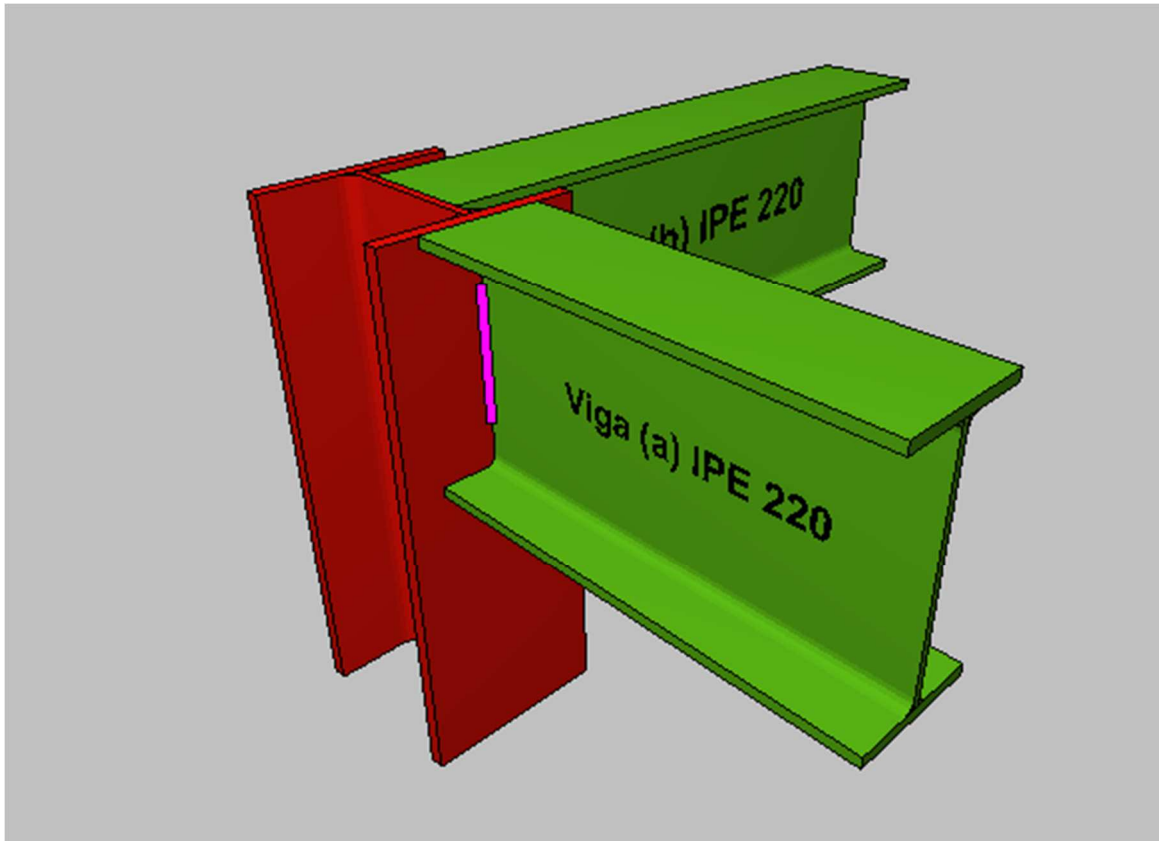


Figura 90. Unión tipo 2 soporte superior. Viga-pilar-viga

8.11.2.3. Unión tipo 3 (viga-pilar-viga)

En este tipo de unión, se soldarán las vigas IPE 220 a los pilares HEB 180. Para ello, se realizará una soldadura en el alma con un espesor de garganta de 4 mm y una longitud de 120 mm, como muestra la figura 91:

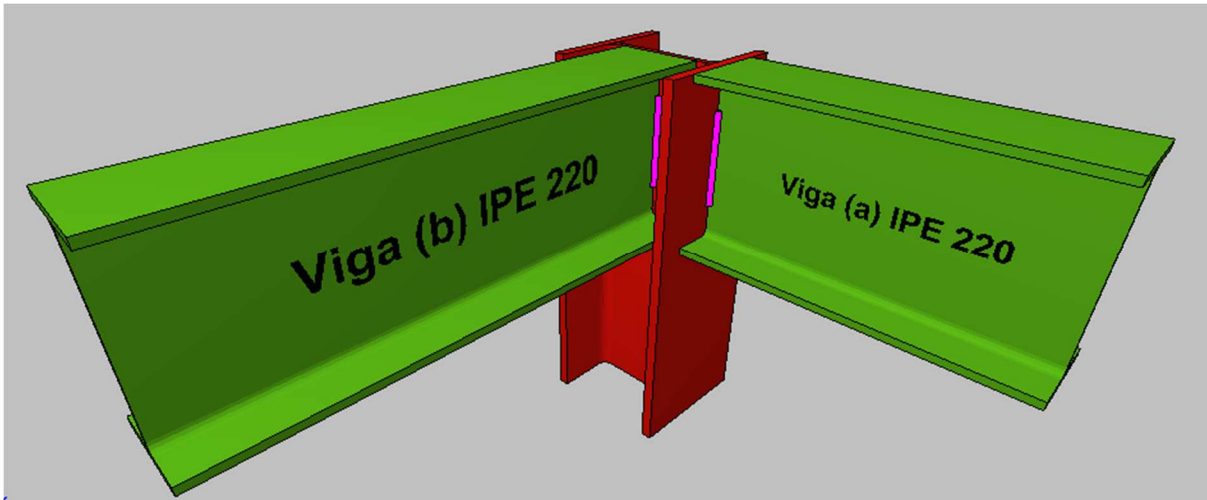


Figura 91. Unión tipo 3 soporte superior. Viga-pilar-viga

8.11.2.4. Unión tipo 4 (viga-viga)

Las vigas IPE 220 se soldarán entre ellas, con un espesor de garganta de 4 mm y una longitud de 120 mm. Para ello, ha sido necesario realizar una serie de recortes en las alas de las mismas. En concreto, en ambas alas de la viga, se han recortado 19 mm de alma y 63 mm en de ala, como muestra la figura 92:

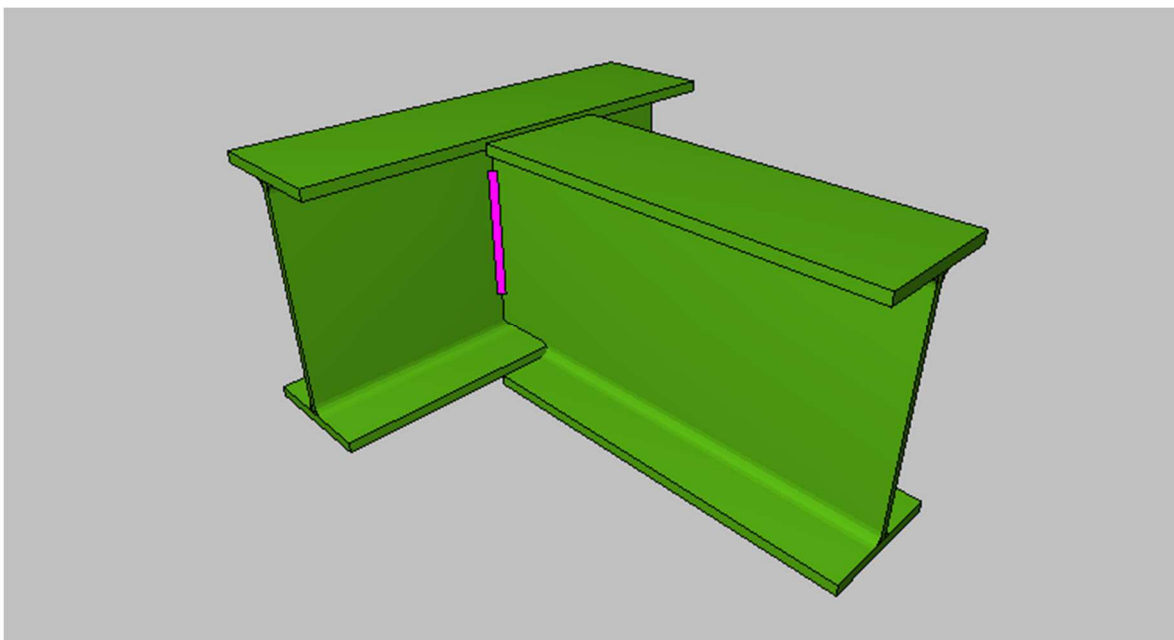


Figura 92. Unión tipo 4 soporte superior. Viga-viga

8.11.2.5. Unión tipo 5 (Pilar-viga)

En este tipo de unión, el pilar IPE 220 servirá de soporte para la viga HEB 180. Para ello, se ha realizado una soldadura en el alma de 5 mm de espesor y una longitud de 85 mm, como muestra la figura 93.

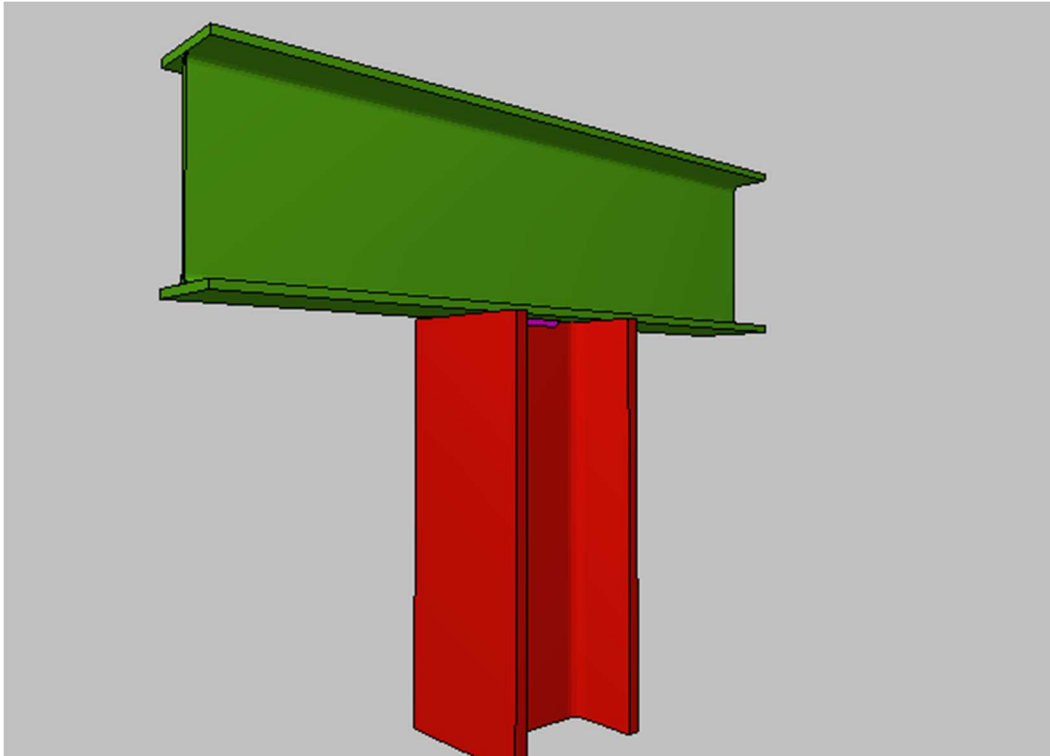


Figura 93. Unión tipo 5 soporte superior. Pilar-viga

8.11.3. Soporte inferior

Los diferentes tipos de soldadura en el soporte inferior de la estructura, se muestran según su tipo en la figura 94.

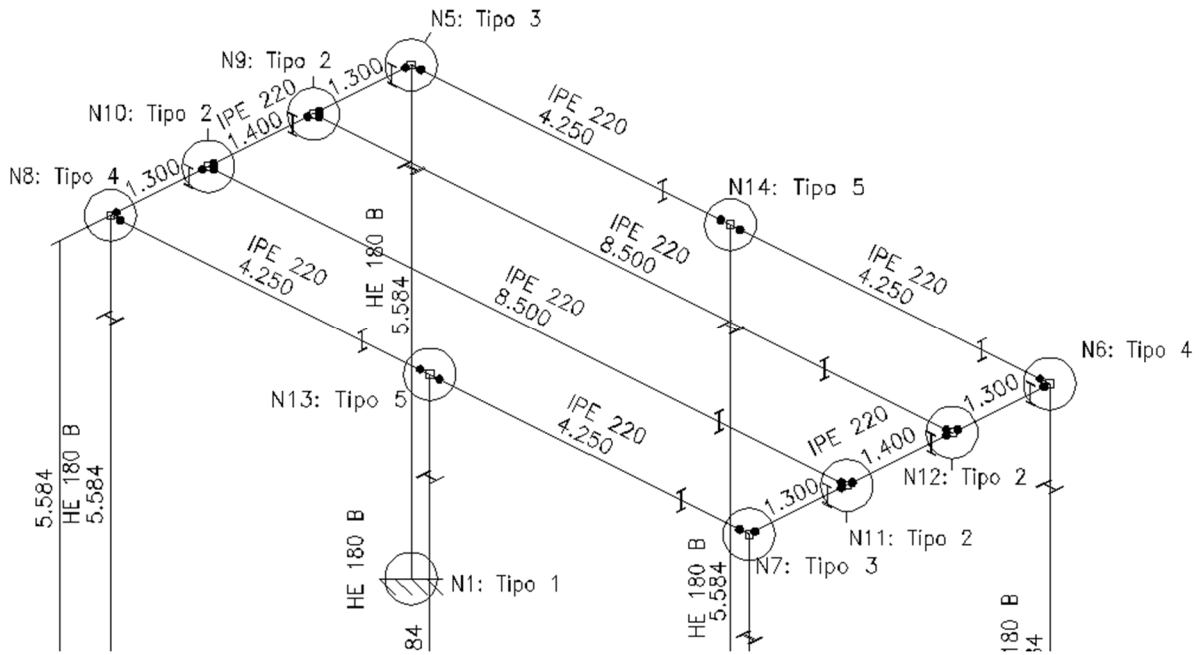


Figura 94. Soporte inferior

8.11.3.1. Unión tipo 1 (Pernos-placa de anclaje-pilar)

Los pernos irán soldados a las placas de anclaje de los soportes. De esta forma, con los pernos situados en las esquinas de la placa a 30 mm de distancia con los bordes, se realizará una soldadura en taller, con una profundidad de preparación de los bordes de 3mm. Además, se soldará el pilar HEB 180 a la placa por su alma, con un espesor de garganta de 4 mm y una longitud de 124 mm. Así pues, también se soldarán las alas superiores e inferiores, con un espesor de garganta de 7 mm, como muestra la figura 95:

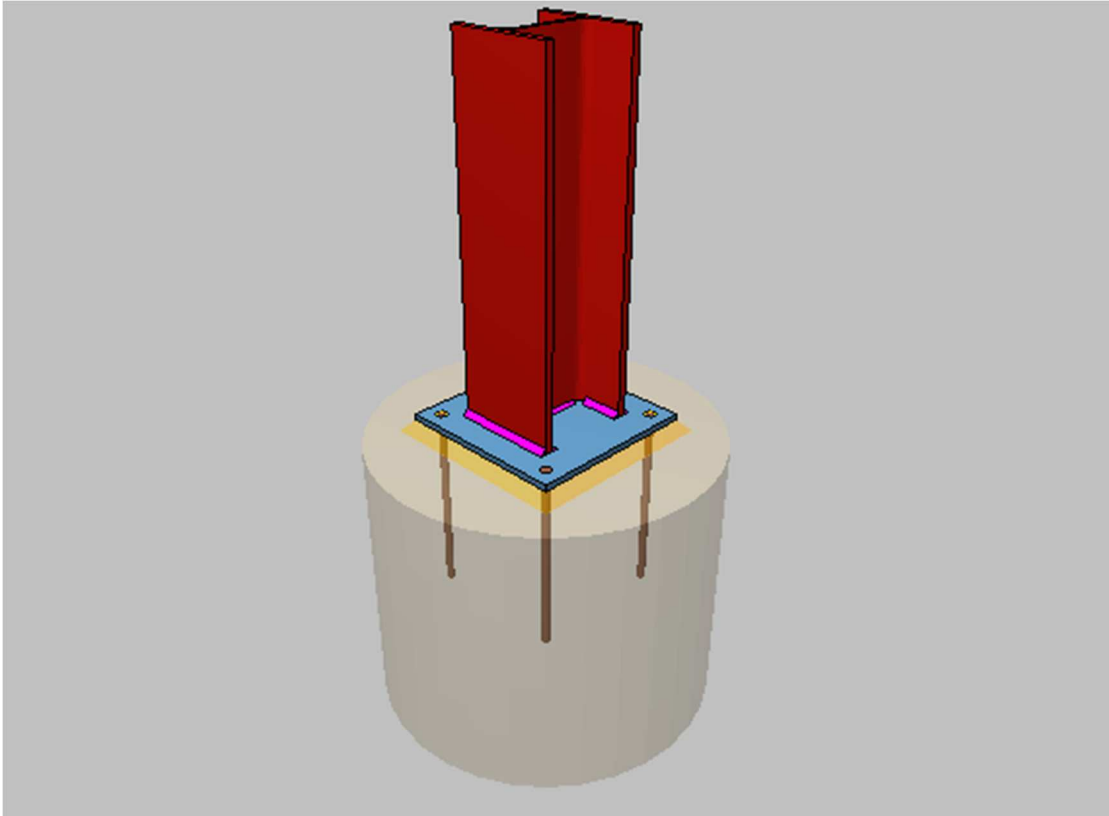


Figura 95. Unión tipo 1 soporte inferior. Perno-placa de anclaje-pilar

8.11.3.2. Unión tipo 2 (viga-viga)

Las vigas IPE 220 se soldarán entre ellas, con un espesor de garganta de 4 mm y una longitud de 120 mm. Para ello, ha sido necesario realizar una serie de recortes en las alas de las mismas. En concreto, en ambas alas de la viga, se han recortado 19 mm de alma y 63 mm en de ala, como muestra la figura 96:

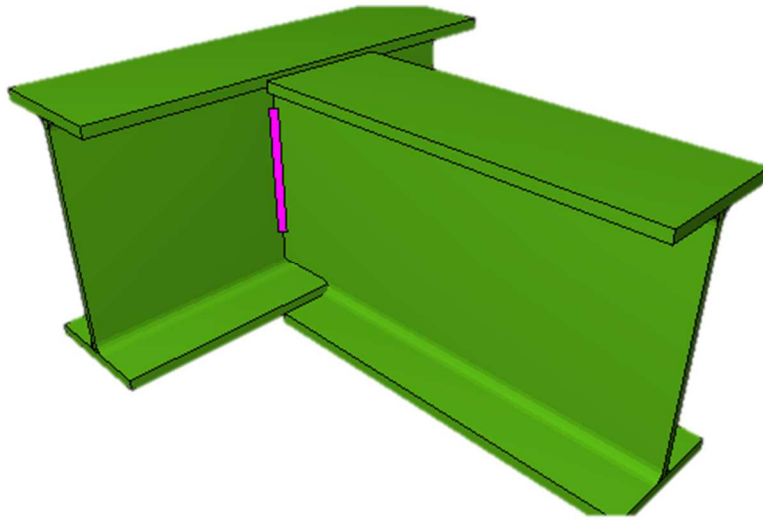


Figura 96. Unión tipo 2 soporte inferior. Viga-viga

8.11.3.3. Unión 3 (viga-pilar-viga)

En este tipo de unión, se soldarán las vigas IPE 220 a los pilares HEB 180. Para ello, se realizará una soldadura en el alma con un espesor de garganta de 4 mm y una longitud de 120 mm, como muestra la figura 97.

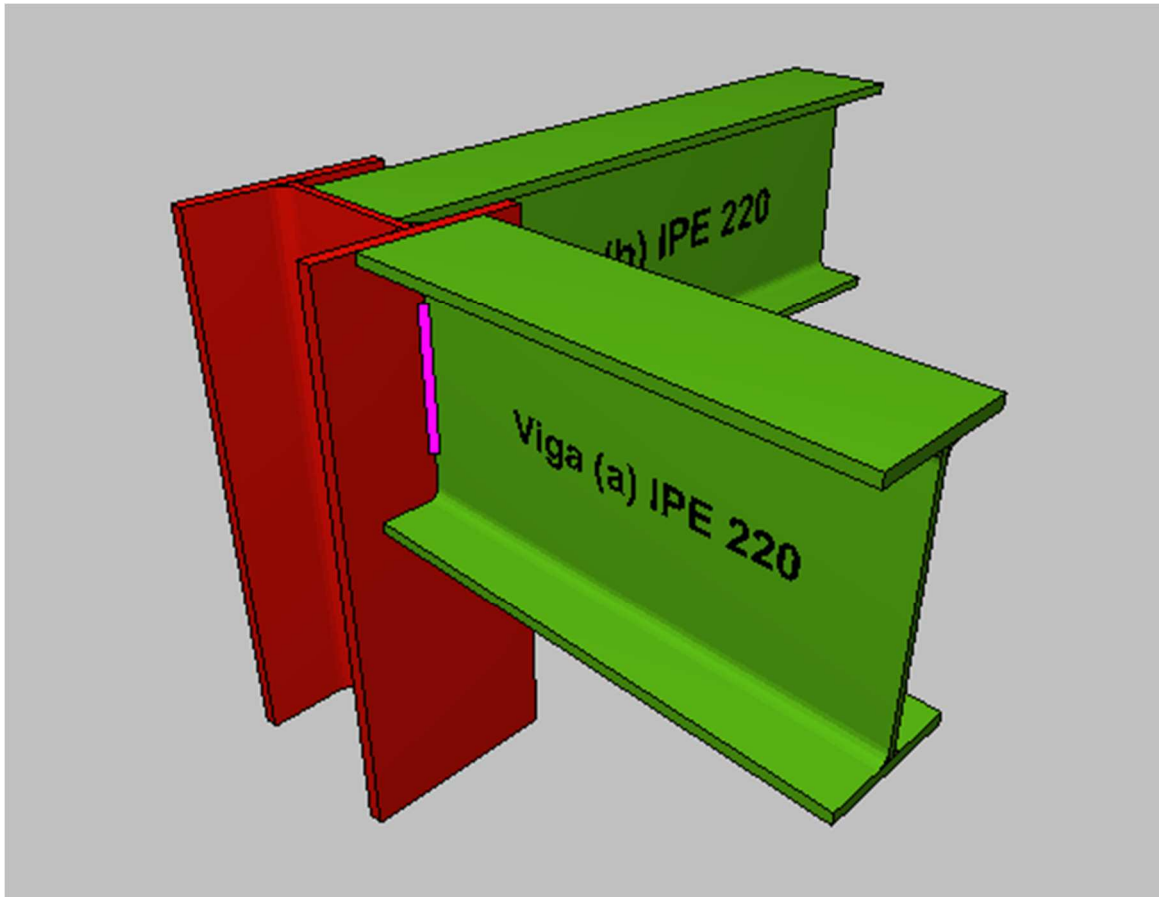


Figura 97. Unión tipo 3 soporte inferior. Viga-pilar-viga

8.11.3.4. Unión tipo 4 (viga-pilar-viga)

En este tipo de unión, se soldarán las vigas IPE 220 a los pilares HEB 180. Para ello, se realizará una soldadura en el alma con un espesor de garganta de 4 mm y una longitud de 120 mm, como muestra la figura 98:

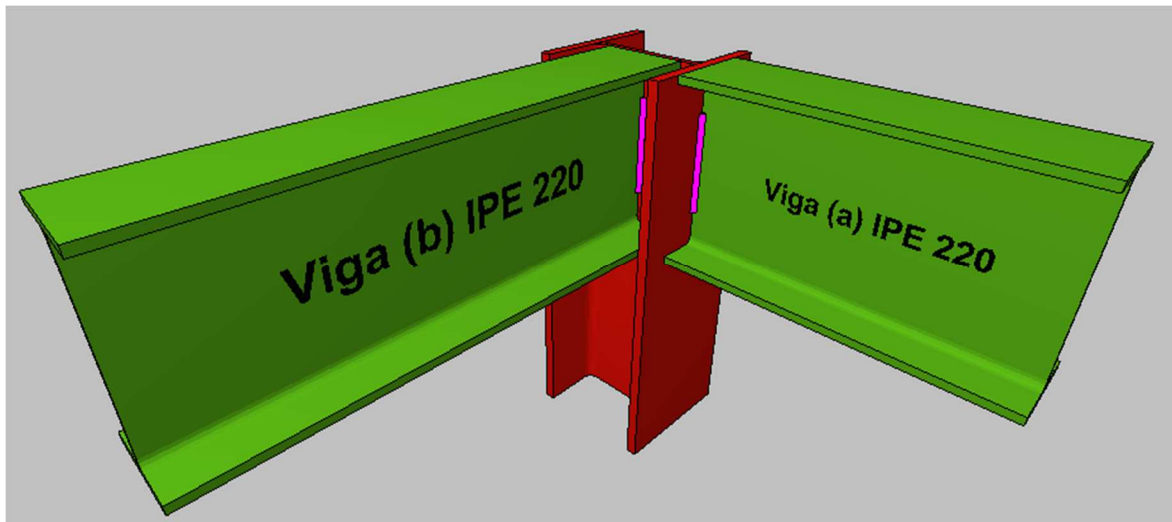


Figura 98. Unión tipo 4 soporte inferior. Viga-pilar-viga

8.11.3.5. Unión tipo 5 (viga-pilar-viga)

En este tipo de unión, se soldarán las vigas IPE 220 a los pilares centrales HEB 180. Para ello se realizará una soldadura en el alma de las vigas con un espesor de garganta de 4 mm, y una longitud de 120 mm, como muestra la figura 99:

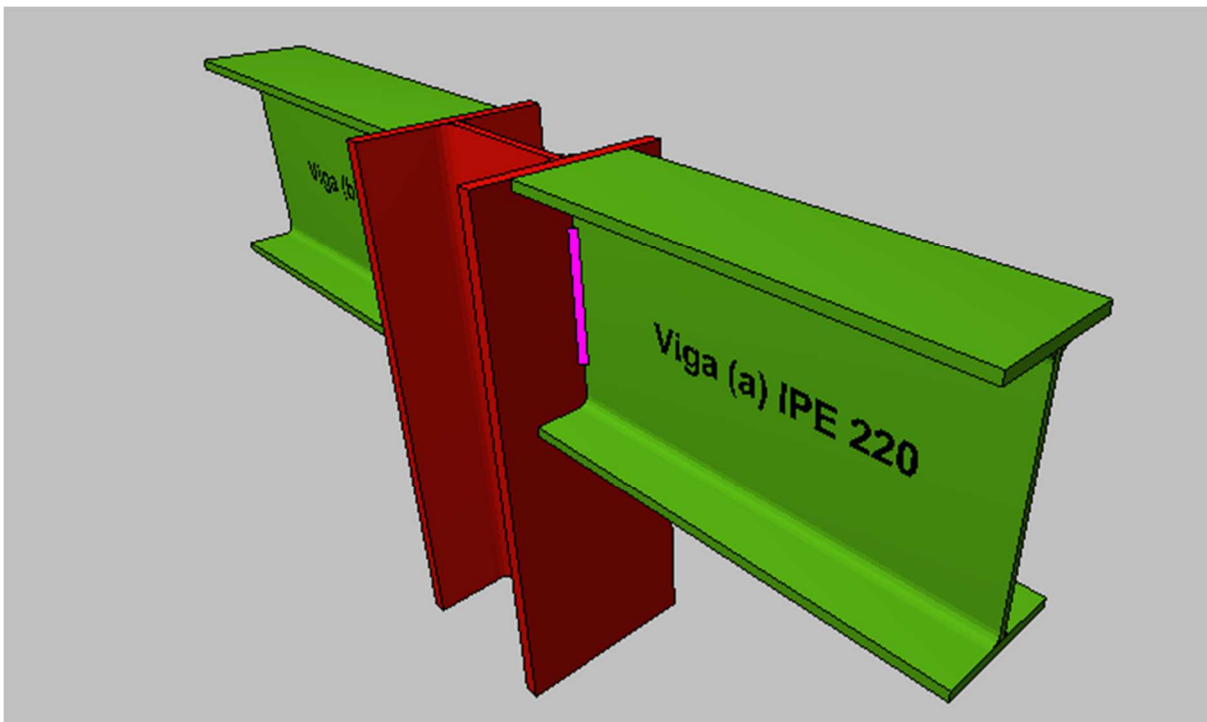


Figura 99. Unión tipo 5 soporte inferior. Viga-pilar-viga

9. ADECUACIÓN DEL DISEÑO

En este apartado se expondrá el cumplimiento de los elementos diseñados e incluidos en el proyecto a la normativa.

9.1. Barandillas

Con respecto a las barandillas, el Real Decreto 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo especifica lo siguiente:

1. Los suelos de los locales de trabajo deberán ser fijos, estables y no resbaladizos, sin irregularidades ni pendientes peligrosas.
2. Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas se protegerán mediante barandillas u otros sistemas de protección de seguridad equivalente, que podrán tener partes móviles cuando sea necesario disponer de acceso a la abertura. Deberán protegerse, en particular:
 - a. Las aberturas en los suelos.
 - b. Las aberturas en paredes o tabiques, siempre que su situación y dimensiones suponga riesgo de caída de personas, y las plataformas, muelles o estructuras similares. La protección no será obligatoria, sin embargo, si la altura de caída es inferior a 2 metros.
 - c. Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura. Los lados cerrados tendrán un pasamanos, a una altura mínima de 90 centímetros, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 metros; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.

3. Las barandillas serán de materiales rígidos, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

Así pues, el diseño realizado cumple dichos requisitos de modo que las barandillas, tanto de las escaleras, como de los descansos, como de los propios soportes de las máquinas cumplen los requisitos establecidos por el Real Decreto 486/1997

9.2. Escaleras

Con respecto a las escaleras, el Real Decreto 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo especifica lo siguiente:

1. Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes.
2. En las escaleras o plataformas con pavimentos perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 milímetros.
3. Las rampas tendrán una pendiente máxima del 12% cuando su longitud sea menor que 3 metros, del 10% cuando su longitud sea menor que 10 metros o del 8% en el resto de los casos.
4. Las escaleras tendrán una anchura mínima de 1 metro, excepto en las de servicio, que será de 55 centímetros.
5. Los peldaños de una escalera tendrán las mismas dimensiones. Se prohíben las escaleras de caracol excepto si son de servicio.
6. Los escalones de las escaleras que no sean de servicio tendrán una huella comprendida entre 23 y 36 centímetros, y una contrahuella entre 13 y 20 centímetros. Los escalones

de las escaleras de servicio tendrán una huella mínima de 15 centímetros y una contrahuella máxima de 25 centímetros.

7. La altura máxima entre los descansos de las escaleras será de 3,7 metros. La profundidad de los descansos intermedios, medida en dirección a la escalera, no será menor que la mitad de la anchura de ésta, ni de 1 metro. El espacio libre vertical desde los peldaños no será inferior a 2,2 metros.
8. Las escaleras mecánicas y cintas rodantes deberán tener las condiciones de funcionamiento y dispositivos necesarios para garantizar la seguridad de los trabajadores que las utilicen. Sus dispositivos de parada de emergencia serán fácilmente identificables y accesibles.

Así pues, el diseño realizado cumple dichos requisitos de modo que las escaleras cumplen los requisitos establecidos por el Real Decreto 486/1997

9.3. Rejilla metálica

Con respecto a la rejilla metálica, se han tenido en cuenta las consideraciones de la norma UNE EN ISO 14122-2, que especifica lo siguiente:

Generalmente, la elección de las plataformas de trabajo o de las pasarelas depende de los resultados de la evaluación de riesgos:

- Las aberturas máximas del suelo de las plataformas de trabajo o de las pasarelas deben ser tales que no pueda pasar una esfera de 35 mm de diámetro.
- Las aberturas máximas de los suelos situados por encima de un lugar en el que se encuentran personas trabajando, no de lugares de paso ocasional, deben ser tales que no pueda pasar una esfera de 20 mm de diámetro, a menos que, por otros medios apropiados, se garantice el mismo nivel de seguridad.

En los casos en los que, como resultado de la evaluación de riesgos, se concluya que los peligros generados por objetos u otros materiales que caen o pasan a través del suelo, son más significativos que los de patinazo, caída, etc., el suelo no debe tener ninguna abertura.

Así pues la rejilla seleccionada con malla de 30 x 30 mm no permitirá el paso de una esfera de 35 mm de diámetro por lo que cumple con lo establecido en dicha normativa. Se ha escogido dicha consideración dado que no se encontrará personal trabajando bajo la ubicación de las rejillas.

10. CONCLUSIÓN

La separación automática de residuos es un método cuya efectividad es mayor que el método utilizado actualmente ya que se reducen costos de mano de obra así como trabajos rutinarios. También se evitan los fallos debidos al factor humano y se puede realizar el mismo trabajo en menor tiempo.

Por lo tanto, la implementación de la maquinaria que se ha descrito en este documento, traerá consigo un aumento de la productividad de la planta, así como otras mejoras indirectas como la mejora de la seguridad de los trabajadores.

Además, las estructuras realizadas se han diseñado a medida de las máquinas que se introducirán lo cual permitirá que no hayan interferencias entre las máquinas y que el proceso realizado sea de la mejor manera posible. Tampoco se ha descuidado la seguridad de los operarios incluyéndose así elementos de seguridad que permitirán a los trabajadores realizar trabajos de supervisión de manera segura, así como a la planta realizar las operaciones de separado habituales pero de una manera más rápida y eficiente.

The automatic waste sorting is a method of sorting that has a larger effectiveness than the manual sorting method currently used since the labour force costs and the routine works are reduced. Human mistakes are also avoided and the same work can be done in a less amount of time.

Therefore, the implementation of these machines described in this document, will bring along an increase of the productivity of the plant, as well as other indirect improvements as the increase in the worker's safety.

Besides, the structures have been designed tailored to the dimensions of the machines introduces what will allow that there are no overlaps between machines and that the process is made in the best way possible. The worker's safety has not been overlooked either since

there have been included security measures that will allow the workers to do monitoring works in a safe way, as well as the plant make the usual sorting process but in a faster and more efficient way.

11. ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

El orden de prioridad de los documentos básicos que forman este proyecto, será establecido de la siguiente forma:

- Planos.
- Pliego de Condiciones.
- Anexos.
- Memoria.

ULL

Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO I:

CÁLCULOS Y ANÁLISIS

**Diseño y cálculo de un sistema de clasificación
automático mediante sistemas neumáticos**

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica

Autores: Iván Hernández Jacinto y Arístides Hernández Pérez

Tutor: Alejandro Félix Molowny López-Peñalver

Septiembre 2015

INDICE

1. DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO DE CÁLCULO Y ANÁLISIS.....	1
2. CÁLCULO DE DISTANCIA ENTRE MÁQUINAS	2
3. PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LOS COMPONENTES ESTRUCTURALES	4
3.1. Resistencia de las secciones a tracción	4
3.2. Resistencia de las secciones a corte	4
3.3. Resistencia de las secciones a compresión	5
3.4. Resistencia de las secciones a flexión.....	5
3.5. Resistencia a torsión	5
3.6. Flexión compuesta sin cortante.....	6
3.7. Flexión y cortante	6
3.8. Resistencia a pandeo	6
3.9. Pandeo lateral.....	8
3.10. Abolladura por cortante de alma.....	9
3.11. Abolladura del alma inducida por el alma comprimida.....	10

4. ANÁLISIS SOPORTE INFERIOR.....	11
4.1. Geometría	12
4.1.1. Nudos.....	12
4.1.2. Barras.....	13
4.2. Cargas.....	15
4.3. Desplazamientos.....	17
4.4. Reacciones.....	18
4.5. Esfuerzos	20
4.6. Resistencia.....	30
4.7. Flechas.....	32
4.8. Tabla resumen de comprobaciones E.L.U.....	34
5. ANÁLISIS SOPORTE SUPERIOR.....	39
5.1. Geometría	40
5.1.1. Nudos.....	40
5.1.2. Barras.....	41
5.2. Cargas.....	43

5.3. Desplazamientos	47
5.4. Reacciones	48
5.5. Esfuerzos.....	50
5.6. Resistencia	62
5.7. Flechas	64
5.8. Tabla resumen de comprobaciones E.L.U.	66
6. ANÁLISIS ESTRUCTURA INFERIOR ESCALERAS.....	71
6.1. Geometría.....	72
6.1.1. Nudos	72
6.1.2. Barras	73
6.2. Cargas	75
6.3. Desplazamientos	77
6.4. Reacciones	78
6.5. Esfuerzos.....	80
6.6. Resistencia	87
6.7. Flechas	89

6.8. Tabla resumen de comprobaciones E.L.U.....	90
7. ANÁLISIS ESTRUCTURA ESCALERAS SUPERIOR.....	95
7.1. Geometría	96
7.1.1. Nudos.....	96
7.1.2. Barras.....	97
7.2. Cargas.....	99
7.3. Desplazamientos.....	101
7.4. Reacciones.....	102
7.5. Esfuerzos	104
7.6. Resistencia.....	110
7.7. Flechas.....	112
7.8. Tabla resumen de comprobaciones E.L.U.....	114
8. ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS	119
8.1. Análisis escaleras	119
8.1.1. Definición de cargas	119
8.1.2. Definición de fijaciones.....	120

8.1.3. Definición de la geometría y malla	122
8.1.4. Resultados del estudio.....	124
8.1.5. Conclusiones	127
9. CÁLCULO DE TORNILLOS.....	129
9.1. Cálculo de pernos guías-anclaje de métrica 12.....	129
9.2. Cálculo de pernos de soporte de métrica 20	133
9.3. Cálculo de pernos de los escalones de métrica 8	137
10. CÁLCULO DE PERNOS DE ANCLAJE	142
10.1. Procedimiento para el cálculo de los pernos de anclaje.....	142
10.1.1. Hormigón sobre el que apoya la placa	142
10.1.2. Pernos de anclaje.....	142
10.1.3. Placa de anclaje	143
10.2. Pernos de anclaje estructura del soporte inferior	143
10.2.1. Detalle	143
10.2.2. Descripción de los componentes de la unión	144
10.2.3. Comprobación	145

10.3. Pernos de anclaje estructura del soporte superior	148
10.3.1. Detalle.....	148
10.3.2. Descripción de los componentes de la unión.....	149
10.3.3. Comprobación.....	149
10.4. Pernos de anclaje estructura inferior de las escaleras.....	153
10.4.1. Detalle.....	153
10.4.2. Descripción de los componentes de la unión.....	153
10.4.3. Comprobación.....	154
10.5. Pernos de anclaje estructura superior de las escaleras	158
10.5.1. Detalle.....	158
10.5.2. Descripción de los componentes de la unión.....	158
10.5.3. Comprobación.....	159
11. CÁLCULO DE SOLDADURAS.....	163
11.1. Procedimiento para el cálculo de soldaduras	163
11.1.1. Especificaciones	163
11.1.2. Referencias y simbología.....	165

11.2. Soldaduras de la estructura del soporte inferior.....	168
11.2.1. Soldadura tipo 2 de la estructura del soporte inferior	168
11.2.2. Soldadura tipo 3 y tipo 4 de la estructura del soporte inferior	171
11.2.3. Soldadura tipo 5 de la estructura del soporte inferior	175
11.3. Soldaduras de la estructura del soporte superior.....	178
11.3.1. Soldadura tipo 2 y tipo 3 de la estructura del soporte superior	178
11.3.2. Soldadura tipo 4 de la estructura del soporte inferior	182
11.3.3. Soldadura tipo 5 de la estructura del soporte inferior	184
11.4. Soldaduras de la estructura inferior de las escaleras.....	187
11.4.1. Soldadura tipo 2 y tipo 3 de la estructura inferior de las escaleras	187
11.4.2. Soldadura tipo 4 y tipo 5 de la estructura inferior de las escaleras	191
11.5. Soldaduras de la estructura superior de las escaleras	195
11.5.1. Soldadura tipo 2 y tipo 3 de la estructura superior de las escaleras	195
11.5.2. Soldadura tipo 4 y tipo 5 de la estructura inferior de las escaleras	199

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Trayectoria de un plástico desde la cinta superior hasta la inferior	2
Figura 2. Estructura del soporte inferior.....	11
Figura 3. Cargas aplicadas en la estructura del soporte inferior	17
Figura 4. Reacciones del hormigón sobre la estructura del soporte inferior	20
Figura 5. Flechas en la estructura del soporte inferior	34
Figura 6. Estructura del soporte superior	39
Figura 7. Cargas aplicadas en la estructura del soporte superior.....	46
Figura 8. Reacciones del hormigón sobre la estructura del soporte inferior	49
Figura 9. Flechas en la estructura del soporte superior	66
Figura 10. Estructura inferior de las escaleras	71
Figura 11. Cargas aplicadas en la estructura inferior de las escaleras.....	77
Figura 12. Reacciones del hormigón sobre la estructura inferior de las escaleras	80
Figura 13. Flechas en la estructura inferior de las escaleras	90
Figura 14. Estructura superior de las escaleras	95
Figura 15. Cargas aplicadas en la estructura inferior de las escaleras.....	101

Figura 16. Reacciones del hormigón sobre la estructura inferior de las escaleras.....	103
Figura 17. Flechas en la estructura superior de las escaleras	114
Figura 18. Cargas aplicadas en la escalera	120
Figura 19. Fijaciones en los taladros del anclaje inferior	121
Figura 20. Fijaciones en los taladros del anclaje superior	121
Figura 21. Malla de la escalera.....	123
Figura 22. Detalle del control de mallado	124
Figura 23. Tensiones en la escalera	125
Figura 24. Detalle de la zona con mayor concentración de tensiones en la escalera	125
Figura 25. Desplazamientos resultantes en la escalera	126
Figura 26. Deformaciones en la escalera	127
Figura 27. Detalle de los pernos de anclaje del soporte inferior	144
Figura 28. Detalle de los pernos de anclaje del soporte inferior	148
Figura 29. Detalle de los pernos de anclaje de la estructura inferior de las escaleras ...	153
Figura 30. Detalle de los pernos de anclaje de la estructura superior de las escaleras..	158
Figura 31. Ángulo β en las uniones soldadas.....	164

Figura 32. Espesor de garganta en cordones de soldadura en ángulo	166
Figura 33. Método de representación de soldaduras	166
Figura 34. Cordón de soldadura por el lado de la flecha	166
Figura 35. Cordón de soldadura por el lado opuesto a la flecha	166
Figura 36. Detalle de las soldaduras tipo 2 del soporte inferior	168
Figura 37. Detalle de las soldaduras tipo 3 del soporte inferior	171
Figura 38. Detalle de las soldaduras tipo 4 del soporte inferior	171
Figura 39. Detalle de las soldaduras tipo 5 del soporte inferior	175
Figura 40. Detalle de las soldaduras tipo 2 del soporte superior	178
Figura 41. Detalle de las soldaduras tipo 3 del soporte superior	178
Figura 42. Detalle de las soldaduras tipo 4 del soporte superior	182
Figura 43. Detalle de las soldaduras tipo 5 del soporte superior	184
Figura 44. Detalle de las soldaduras tipo 2 de la estructura inferior de las escaleras ...	187
Figura 45. Detalle de las soldaduras tipo 3 de la estructura inferior de las escaleras ...	188
Figura 46. Detalle de las soldaduras tipo 4 de la estructura inferior de las escaleras ...	191
Figura 47. Detalle de las soldaduras tipo 5 de la estructura inferior de las escaleras ...	192

Figura 48. Detalle de las soldaduras tipo 2 de la estructura inferior de las escaleras.... 195

Figura 49. Detalle de las soldaduras tipo 3 de la estructura superior de las escaleras ..196

Figura 50. Detalle de las soldaduras tipo 4 de la estructura superior de las escaleras ..199

Figura 51. Detalle de las soldaduras tipo 5 de la estructura superior de las escaleras ..200

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nudos de la estructura del soporte inferior	12
Tabla 2. Materiales utilizados estructura en la del soporte inferior	13
Tabla 3. Descripción del material y las barras de la estructura del soporte inferior con sus perfiles correspondientes.....	14
Tabla 4. Características mecánicas de los materiales utilizados en el soporte inferior ...	15
Tabla 5. Cargas aplicadas en la estructura del soporte inferior.....	16
Tabla 6. Desplazamientos de los nodos en la estructura del soporte inferior.....	18
Tabla 7. Reacciones del hormigón sobre la estructura del soporte inferior	19
Tabla 8. Esfuerzos sobre la barra N1/N5 de la estructura del soporte inferior	21
Tabla 9. Esfuerzos sobre la barra N2/N6 de la estructura del soporte inferior	21
Tabla 10. Esfuerzos sobre la barra N3/N7 de la estructura del soporte inferior	22
Tabla 11. Esfuerzos sobre la barra N5/N8 de la estructura del soporte inferior	22
Tabla 12. Esfuerzos sobre la barra N7/N11 de la estructura del soporte inferior	23
Tabla 13. Esfuerzos sobre la barra N11/N12 de la estructura del soporte inferior	23
Tabla 14. Esfuerzos sobre la barra N12/N16 de la estructura del soporte inferior	24

Tabla 15. Esfuerzos sobre la barra N8/N10 de la estructura del soporte inferior.....	24
Tabla 16. Esfuerzos sobre la barra N1/N5 de la estructura del soporte inferior.....	25
Tabla 17. Esfuerzos sobre la barra N9/N5 de la estructura del soporte inferior.....	25
Tabla 18. Esfuerzos sobre la barra N1/N5 de la estructura del soporte inferior.....	26
Tabla 19. Esfuerzos sobre la barra N10/N11 de la estructura del soporte inferior.....	27
Tabla 20. Esfuerzos sobre la barra N15/N13 de la estructura del soporte inferior.....	27
Tabla 21. Esfuerzos sobre la barra N16/N14 de la estructura del soporte inferior.....	28
Tabla 22. Esfuerzos sobre la barra N8/N13 de la estructura del soporte inferior.....	28
Tabla 23. Esfuerzos sobre la barra N13/N7 de la estructura del soporte inferior.....	29
Tabla 24. Esfuerzos sobre la barra N5/N14 de la estructura del soporte inferior.....	29
Tabla 25. Esfuerzos sobre la barra N14/N6 de la estructura del soporte inferior.....	30
Tabla 26. Resistencia de las barras de la estructura del soporte inferior	32
Tabla 27. Flechas en la estructura del soporte inferior	33
Tabla 28. Resumen de las comprobaciones realizadas en la estructura del soporte inferior	38
Tabla 29. Nudos de la estructura del soporte superior	41

Tabla 30. Materiales utilizados en la estructura del soporte superior	41
Tabla 31. Descripción del material y las barras de la estructura del soporte superior con sus perfiles correspondientes.....	42
Tabla 32. Características mecánicas de los materiales utilizados en el soporte inferior. 	43
Tabla 33. Cargas aplicadas en la estructura del soporte superior	45
Tabla 34. Desplazamientos de los nodos en la estructura del soporte superior	48
Tabla 35. Reacciones del hormigón sobre la estructura del soporte superior.....	49
Tabla 36. Esfuerzos sobre la barra N3/N14 de la estructura del soporte superior.....	50
Tabla 37. Esfuerzos sobre la barra N14/N13 de la estructura del soporte superior.....	51
Tabla 38. Esfuerzos sobre la barra N13/N2 de la estructura del soporte superior.....	51
Tabla 39. Esfuerzos sobre la barra N4/N6 de la estructura del soporte superior.....	52
Tabla 40. Esfuerzos sobre la barra N6/N5 de la estructura del soporte superior.....	52
Tabla 41. Esfuerzos sobre la barra N5/N1 de la estructura del soporte superior.....	53
Tabla 42. Esfuerzos sobre la barra N8/N12 de la estructura del soporte superior.....	53
Tabla 43. Esfuerzos sobre la barra N12/N10 de la estructura del soporte superior.....	54
Tabla 44. Esfuerzos sobre la barra N10/N9 de la estructura del soporte superior.....	54

Tabla 45. Esfuerzos sobre la barra N9/N11 de la estructura del soporte superior	55
Tabla 46. Esfuerzos sobre la barra N11/N7 de la estructura del soporte superior	55
Tabla 47. Esfuerzos sobre la barra N5/N9 de la estructura del soporte superior	55
Tabla 48. Esfuerzos sobre la barra N6/N10 de la estructura del soporte superior	56
Tabla 49. Esfuerzos sobre la barra N11/N13 de la estructura del soporte superior	56
Tabla 50. Esfuerzos sobre la barra N12/N14 de la estructura del soporte superior	57
Tabla 51. Esfuerzos sobre la barra N4/N8 de la estructura del soporte superior	57
Tabla 52. Esfuerzos sobre la barra N8/N16 de la estructura del soporte superior	58
Tabla 53. Esfuerzos sobre la barra N16/N3 de la estructura del soporte superior	58
Tabla 54. Esfuerzos sobre la barra N1/N7 de la estructura del soporte superior	58
Tabla 55. Esfuerzos sobre la barra N7/N15 de la estructura del soporte superior	59
Tabla 56. Esfuerzos sobre la barra N15/N2 de la estructura del soporte superior	59
Tabla 57. Esfuerzos sobre la barra N17/N4 de la estructura del soporte superior	60
Tabla 58. Esfuerzos sobre la barra N22/N1 de la estructura del soporte superior	60
Tabla 59. Esfuerzos sobre la barra N18/N16 de la estructura del soporte superior	60
Tabla 60. Esfuerzos sobre la barra N21/N15 de la estructura del soporte superior	61

Tabla 61. Esfuerzos sobre la barra N20/N2 de la estructura del soporte superior.....	61
Tabla 62. Esfuerzos sobre la barra N19/N3 de la estructura del soporte superior.....	62
Tabla 63. Resistencia de las barras de la estructura del soporte superior	64
Tabla 64. Flechas en la estructura del soporte superior.....	65
Tabla 65. Resumen de las comprobaciones realizadas en la estructura del soporte superior	70
Tabla 66. Nudos de la estructura inferior de las escaleras.....	72
Tabla 67. Materiales utilizados en la estructura inferior de las escaleras.....	73
Tabla 68. Descripción del material y las barras de la estructura inferior de las escaleras con sus perfiles correspondientes.....	74
Tabla 69. Características mecánicas de los materiales utilizados en la estructura inferior de las escaleras.....	74
Tabla 70. Cargas aplicadas en la estructura inferior de las escaleras	76
Tabla 71. Desplazamientos de los nodos en la estructura inferior de las escaleras	78
Tabla 72. Reacciones del hormigón sobre la estructura inferior de las escaleras.....	79
Tabla 73. Esfuerzos sobre la barra N8/N7 de la estructura inferior de las escaleras.....	81
Tabla 74. Esfuerzos sobre la barra N7/N6 de la estructura inferior de las escaleras.....	81

Tabla 75. Esfuerzos sobre la barra N5/N6 de la estructura inferior de las escaleras	81
Tabla 76. Esfuerzos sobre la barra N8/N5 de la estructura inferior de las escaleras	82
Tabla 77. Esfuerzos sobre la barra N11/N12 de la estructura inferior de las escaleras ..	82
Tabla 78. Esfuerzos sobre la barra N12/N9 de la estructura inferior de las escaleras	83
Tabla 79. Esfuerzos sobre la barra N10/N9 de la estructura inferior de las escaleras	83
Tabla 80. Esfuerzos sobre la barra N11/N10 de la estructura inferior de las escaleras .	83
Tabla 81. Esfuerzos sobre la barra N1/N5 de la estructura inferior de las escaleras	84
Tabla 82. Esfuerzos sobre la barra N5/N10 de la estructura inferior de las escaleras	84
Tabla 83. Esfuerzos sobre la barra N2/N6 de la estructura inferior de las escaleras	85
Tabla 84. Esfuerzos sobre la barra N6/N9 de la estructura inferior de las escaleras	85
Tabla 85. Esfuerzos sobre la barra N4/N7 de la estructura inferior de las escaleras	85
Tabla 86. Esfuerzos sobre la barra N7/N12 de la estructura inferior de las escaleras	86
Tabla 87. Esfuerzos sobre la barra N3/87 de la estructura inferior de las escaleras	86
Tabla 88. Esfuerzos sobre la barra N8/N11 de la estructura inferior de las escaleras	87
Tabla 89. Resistencia de las barras de la estructura inferior de las escaleras	88
Tabla 90. Flechas en la estructura inferior de las escaleras	89

Tabla 91. Resumen de las comprobaciones realizadas en la estructura inferior de las escaleras	94
Tabla 92. Nudos de la estructura inferior de las escaleras.....	96
Tabla 93. Materiales utilizados en la estructura superior de las escaleras.....	97
Tabla 94. Descripción del material y las barras de la estructura superior de las escaleras con sus perfiles correspondientes.....	98
Tabla 95. Características mecánicas de los materiales utilizados	98
Tabla 96. Cargas aplicadas en la estructura superior de las escaleras	100
Tabla 97. Desplazamientos de los nodos en la estructura superior de las escaleras	102
Tabla 98. Reacciones del hormigón sobre la estructura superior de las escaleras	103
Tabla 99. Esfuerzos sobre la barra N1/N5 de la estructura superior de las escaleras...	104
Tabla 100. Esfuerzos sobre la barra N5/N9 de la estructura superior de las escaleras.	104
Tabla 101. Esfuerzos sobre la barra N2/N6 de la estructura superior de las escaleras.	105
Tabla 102. Esfuerzos sobre la barra N6/N10 de la estructura superior de las escaleras	105
Tabla 103. Esfuerzos sobre la barra N3/N7 de la estructura superior de las escaleras.	106
Tabla 104. Esfuerzos sobre la barra N7/N11 de la estructura superior de las escaleras	106
Tabla 105. Esfuerzos sobre la barra N4/N8 de la estructura superior de las escaleras.	106

Tabla 106. Esfuerzos sobre la barra N8/N12 de la estructura superior de las escaleras	107
Tabla 107. Esfuerzos sobre la barra N5/N6 de la estructura superior de las escaleras	107
Tabla 108. Esfuerzos sobre la barra N7/N6 de la estructura superior de las escaleras	108
Tabla 109. Esfuerzos sobre la barra N8/N7 de la estructura superior de las escaleras	108
Tabla 110. Esfuerzos sobre la barra N8/N5 de la estructura superior de las escaleras	109
Tabla 111. Esfuerzos sobre la barra N9/N10 de la estructura superior de las escaleras	109
Tabla 112. Esfuerzos sobre la barra N11/N10 de la estructura superior de las escaleras	109
Tabla 113. Esfuerzos sobre la barra N12/N11 de la estructura superior de las escaleras	110
Tabla 114. Esfuerzos sobre la barra N12/N9 de la estructura superior de las escaleras	110
Tabla 115. Resistencia de las barras de la estructura superior de las escaleras	112
Tabla 116. Flechas en la estructura superior de las escaleras	113
Tabla 117. Resumen de las comprobaciones realizadas en la estructura superior de las escaleras	118
Tabla 118. Parámetros de malla de las escaleras	122
Tabla 119. Resultados obtenidos	128

Tabla 120. Valores del límite elástico y la tensión de rotura para distintos tipos de acero. Fuente: CTE DB SE-A.....	132
Tabla 121. Descripción de los componentes de la placa de anclaje del soporte inferior	144
Tabla 122. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte inferior.....	145
Tabla 123. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte inferior.....	145
Tabla 124. Comprobaciones placa de anclaje del soporte inferior.....	147
Tabla 125. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte inferior.....	147
Tabla 126. Comprobación de resistencia de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte inferior.....	148
Tabla 127. Descripción de los componentes de la placa de anclaje del soporte superior	149
Tabla 128. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte superior	149
Tabla 129. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte superior	150
Tabla 130. Comprobaciones placa de anclaje del soporte superior	151
Tabla 131. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte superior	152

Tabla 132. Comprobación de resistencia de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte superior.....	152
Tabla 133. Descripción de los componentes de la placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras	154
Tabla 134. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras	154
Tabla 135. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras.....	155
Tabla 136. Comprobaciones placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras	156
Tabla 137. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras.....	157
Tabla 138. Comprobación de resistencia de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras.....	157
Tabla 139. Descripción de los componentes de la placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras.....	159
Tabla 140. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras.....	159
Tabla 141. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras.....	160
Tabla 142. Comprobaciones placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras	161

Tabla 143. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras	162
Tabla 144. Comprobación de resistencia de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras	162
Tabla 145. Tipos de soldaduras	167
Tabla 146. Otras representaciones de las soldaduras.....	168
Tabla 147. Descripción de los componentes de la unión tipo 2 de la estructura del soporte inferior	169
Tabla 148. Comprobación de la viga principal de la unión tipo 2 de la estructura del soporte inferior	169
Tabla 149. Comprobación de la viga secundaria de la unión tipo 2 de la estructura del soporte inferior	169
Tabla 150. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la unión tipo 2 de la estructura del soporte inferior	170
Tabla 151. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la unión tipo 2 de la estructura del soporte inferior	170
Tabla 152. Descripción de los componentes de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior	172
Tabla 153. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior	172

Tabla 154. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior	173
Tabla 155. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior	173
Tabla 156. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior	173
Tabla 157. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior	174
Tabla 158. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior	174
Tabla 159. Descripción de los componentes de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior	176
Tabla 160. Comprobación de la viga (a) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior	176
Tabla 161. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior	176
Tabla 162. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior	176
Tabla 163. Comprobación de la viga (b) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior	177
Tabla 164. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior	177

Tabla 165. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior	177
Tabla 166. Descripción de los componentes de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior.....	179
Tabla 167. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior.....	179
Tabla 168. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior	180
Tabla 169. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior	180
Tabla 170. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior.....	180
Tabla 171. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior	181
Tabla 172. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior	181
Tabla 173. Descripción de los componentes de la unión tipo 4 de la estructura del soporte superior.....	182
Tabla 174. Comprobación de la viga principal de la unión tipo 4 de la estructura del soporte superior.....	183
Tabla 175. Comprobación de la viga secundaria de la unión tipo 4 de la estructura del soporte superior.....	183

Tabla 176. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la unión tipo 4 de la estructura del soporte superior	183
Tabla 177. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la unión tipo 4 de la estructura del soporte superior	184
Tabla 178. Descripción de los componentes de la unión tipo 5 de la estructura del soporte superior	185
Tabla 179. Comprobación del pilar HEB 180 de la unión tipo 5 de la estructura del soporte superior	185
Tabla 180. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura del pilar HEB 180 de la unión tipo 5 de la estructura del soporte superior	186
Tabla 181. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura del pilar HEB 180 de la unión tipo 5 de la estructura del soporte superior	186
Tabla 182. Descripción de los componentes de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras	189
Tabla 183. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras	189
Tabla 184. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras.....	189
Tabla 185. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras.....	190
Tabla 186. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras	190

Tabla 187. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras	190
Tabla 188. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras	191
Tabla 189. Descripción de los componentes de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras.....	192
Tabla 190. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras.....	193
Tabla 191. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras	193
Tabla 192. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras	194
Tabla 193. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras.....	194
Tabla 194. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras	194
Tabla 195. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras	194
Tabla 196. Descripción de los componentes de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras	197
Tabla 197. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras	197

Tabla 198. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras	197
Tabla 199. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras	197
Tabla 200. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras.....	198
Tabla 201. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras	198
Tabla 202. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras	198
Tabla 203. Descripción de los componentes de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras.....	200
Tabla 204. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras.....	201
Tabla 205. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras	201
Tabla 206. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras	202
Tabla 207. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras.....	202
Tabla 208. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras	202

Tabla 209. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras..... 202

1. DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO DE CÁLCULO Y ANÁLISIS

En este documento, se incluyen tanto los cálculos realizados en las uniones desmontables como en las uniones fijas, así como el análisis de los distintos elementos estructurales que componen la estructura, para justificar la viabilidad del diseño realizado.

Destacar que para comprobar los miembros estructurales, se ha utilizado el método de elementos finitos con tecnología ANSYS, por medio del programa informático de diseño SolidWorks 2013. Dicho método de análisis de tensión, nos permite simular el comportamiento de las piezas realizadas bajo la acción de las cargas oportunas y con las restricciones correspondientes.

Por ello, con todos los datos que se encuentran presentes en este anexo, se puede concluir diciendo que la estructura podrá soportar los esfuerzos para los que se ha diseñado, por lo que su diseño es satisfactorio.

2. CÁLCULO DE DISTANCIA ENTRE MÁQUINAS

Para poder asegurar que los plásticos no seleccionados por la primera máquina lleguen a la cinta transportadora de la segunda, deberá establecerse unas medidas mínimas para asegurar que esto ocurre.

Para ello, se partirá de un dato conocido como la velocidad lineal de la cinta transportadora que será de 3 m/s. Así pues, se tomará un desnivel entre la primera y la segunda cinta de 380mm. Dicho desnivel será lo suficientemente grande para que los plásticos puedan ir de una a la otra cinta, pero no tan grande como para que se pueda dar la situación de que los plásticos reboten hacia fuera de la cinta transportadora de la máquina.

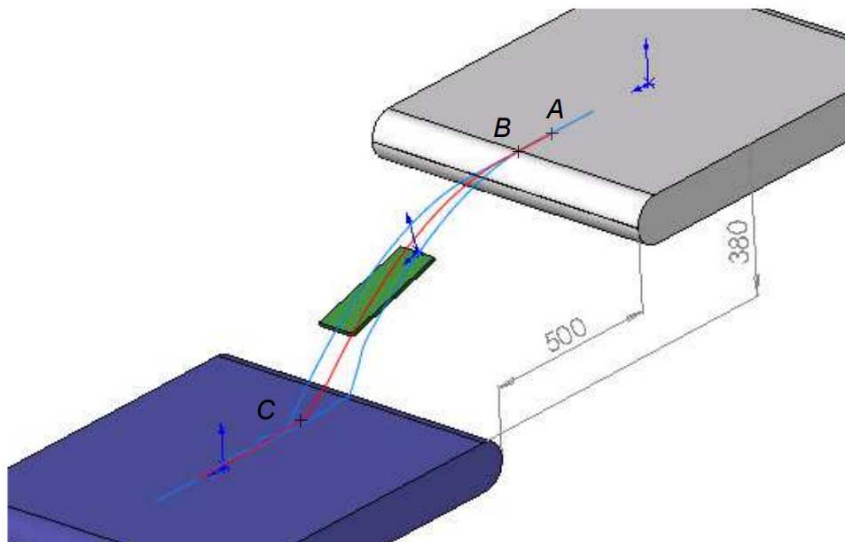


Figura 1. Trayectoria de un plástico desde la cinta superior hasta la inferior

Tomadas dichas hipótesis, se estudiará la trayectoria de los plásticos que se muestra en la figura 1. Para ello, se considerará que con respecto al eje Y se tendrá un movimiento uniformemente acelerado con aceleración igual a la aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$), y con respecto al eje X, un movimiento rectilíneo uniforme. Por lo tanto, se podrá definir el movimiento de un plástico con las siguientes ecuaciones:

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$x = v \cdot t$$

Así pues, si se despeja el tiempo en la ecuación de x y se sustituye en la de y, se obtiene:

$$t = \frac{x}{v}$$

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{x}{v}\right)^2$$

Por lo tanto, como se tiene el valor de y, así como el de g y v, se podrá obtener x como:

$$x = \sqrt{\frac{2y \cdot v^2}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,38m \cdot (3 \text{ m/s})^2}{9,81 \text{ m/s}^2}} = 0,84m$$

Finalmente se obtendrá que el plástico caerá describiendo una trayectoria parabólica que tocará la segunda cinta a 840mm después de haber abandonado la primera.

Con respecto a la posición final, la distancia entre las cintas de ambas máquinas será de 500mm. Esto será así con el objetivo de asegurar que el plástico pasa de una cinta a otra holgadamente, además, se podrá así realizar una estructura más corta para así ahorrar material. Dichos 500mm se han dejado para que puedan caer por ahí los plásticos seleccionados en la primera máquina.

3. PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LOS COMPONENTES ESTRUCTURALES

En este apartado se analizarán las comprobaciones que se realizan a la estructura mediante el programa Nuevo Metal 3D incluido dentro de Cype. Dichas comprobaciones pertenecen al CTE y las estructuras diseñadas deben cumplirlas para garantizar en todo momento la integridad de los elementos estructurales.

3.1. Resistencia de las secciones a tracción

Como resistencia de las secciones a tracción, $N_{t,Rd}$, puede emplearse la plástica de la sección bruta $N_{pl,Rd}$:

$$N_{t,Rd} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

Donde f_{yd} es la resistencia de cálculo del acero:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

3.2. Resistencia de las secciones a corte

El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, que en ausencia de torsión será igual a la resistencia plástica $V_{pl,Rd}$:

$$V_{pl,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \geq V_{Ed}$$

El término A_V , para perfiles en I o H se puede tomar como:

$$A_V = h \cdot t_w$$

3.3. Resistencia de las secciones a compresión

La resistencia de las secciones a compresión $N_{c,Rd}$, será la resistencia plástica de la sección bruta para secciones de clase 1 como en este caso. Por lo tanto, se debe satisfacer que dicha resistencia es superior a la carga de compresión a la que se somete la sección, $N_{c,Ed}$:

$$N_{c,Ed} \leq N_{c,Rd}$$

Donde:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

3.4. Resistencia de las secciones a flexión

La resistencia de las secciones a flexión $M_{c,Rd}$ será la resistencia plástica $M_{pl,Rd}$ para secciones de clase 1 como es este caso, y deberá ser superior que la sollicitación a la que la sección se verá sometida, M_{Ed}

$$M_{Ed} \leq M_{c,Rd} = M_{pl,Rd}$$

Donde:

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd}$$

Siendo W_{pl} el módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión.

3.5. Resistencia a torsión

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor en la estructura.

3.6. Flexión compuesta sin cortante

Para secciones de clase 1 se utilizará la siguiente fórmula de interacción:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

3.7. Flexión y cortante

Esta comprobación se realizará si el cortante de cálculo es mayor que la mitad de la resistencia de la sección a cortante, es decir:

$$V_{Ed} \geq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

En el caso de que esto anterior se cumpla, para secciones en I o en H se comprobará lo siguiente:

$$M_{V,Rd} = \left(W_{pl} - \frac{\rho \cdot A_V^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot f_{yd}$$

Donde:

$$\rho = \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

3.8. Resistencia a pandeo

Se debe satisfacer:

$$N_{c,Ed} \leq N_{b,Rd}$$

Donde $N_{b,Rd}$ es la resistencia de cálculo a pandeo en una barra comprimida y se obtiene como:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

Donde χ es el coeficiente de reducción por pandeo:

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

Siendo:

$$\phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0,2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

Donde α es el coeficiente de imperfección elástico que se obtiene en la tabla 6.3 del CTE DB SE-A. $\bar{\lambda}$ corresponde a la esbeltez reducida que se puede hallar mediante la siguiente ecuación:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{CR}}}$$

N_{CR} es el axil crítico elástico de pandeo que se obtiene como el menor de los valores que se obtienen al hallarlo con respecto al eje Y, al eje Z y de torsión. Para obtener su valor se aplicará la siguiente ecuación:

$$N_{CR} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

Siendo E el módulo de elasticidad, I el momento de inercia del área de la sección para flexión en el plano considerad y L_k la longitud de pandeo de la pieza que se obtiene en función de las condiciones en el extremo de la barra en la tabla 6.1 del CTE DB SE-A.

3.9. Pandeo lateral

Si existe la posibilidad de que una viga pandee lateralmente, debe comprobarse que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$, donde M_{Ed} es el valor de cálculo del momento flector y $M_{b,Rd}$ el valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral.

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

Para secciones de clase 1 el módulo resistente de la sección W_y se corresponderá con el módulo resistente plástico. El valor χ_{LT} es el factor de reducción para el pandeo lateral y se determina como:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - (\bar{\lambda}_{LT})^2}} \leq 1$$

Donde:

$$\phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + (\bar{\lambda}_{LT})^2 \right]$$

Siendo λ_{LT} la esbeltez relativa frente al pandeo lateral y α_{LT} el factor de imperfección tomado de la tabla 6.6 del CTE DB SE-A. Por lo tanto, dicha esbeltez relativa se obtiene como:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{CR}}}$$

Donde M_{CR} es el momento crítico elástico de pandeo lateral. Su valor se podrá determinar según la ecuación:

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2}$$

M_{LTv} es el componente del momento crítico que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra. M_{LTW} es el componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_T \cdot E \cdot I_z}$$

Siendo C_1 un factor que depende de las condiciones de apoyo y de la ley de momentos flectores que soliciten la viga, sus posibles valores se encuentran en la tabla 6.7 del CTE DB SE-A, L_c la longitud de pandeo lateral, G el módulo de elasticidad transversal, E el módulo de elasticidad, I_T la constante de torsión uniforme e I_z el momento de inercia de la sección con respecto al eje z .

La componente M_{LTW} del momento crítico elástico se obtendrá como:

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

Siendo $W_{el,y}$ el módulo resistente elástico de la sección, según el eje fuerte de inercia, correspondiente a la fibra más comprimida, e $i_{f,z}$ el radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección.

3.10. Abolladura por cortante de alma

No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

En este caso, esto se cumple para todas las barras por lo que no es necesario realizar dicha comprobación.

3.11. Abolladura del alma inducida por el alma comprimida

Esta última comprobación se ha realizado siguiendo el Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006.

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \cdot \frac{E}{f_y} \cdot \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

Donde h_w es la altura del alma, t_w el espesor del alma, A_w el área del alma, $A_{fc,ef}$ el área reducida del ala comprimida y k el coeficiente que depende de la clase de la sección.

4. ANÁLISIS SOPORTE INFERIOR

En este apartado se estudiará la estructura del soporte de la máquina inferior, en la figura 2 se puede observar la ubicación de los nodos y barras de la estructura a los que se harán referencia durante este apartado.

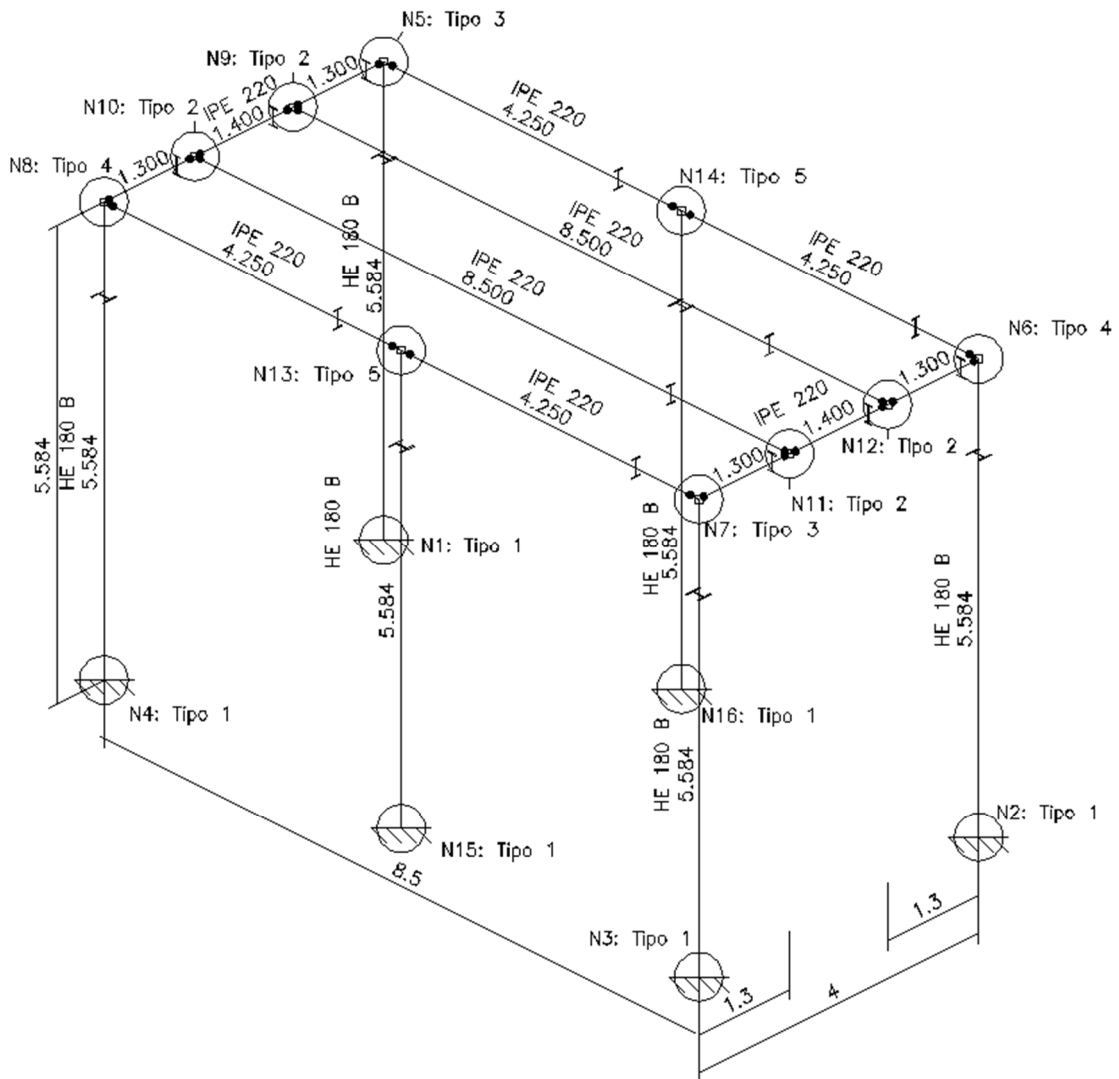


Figura 2. Estructura del soporte inferior

4.1. Geometría

4.1.1. Nudos

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	8.500	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N3	8.500	-4.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	-4.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N5	0.000	0.000	5.584	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	8.500	0.000	5.584	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	8.500	-4.000	5.584	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	0.000	-4.000	5.584	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	0.000	-1.300	5.584	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	0.000	-2.700	5.584	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	8.500	-2.700	5.584	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	8.500	-1.300	5.584	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	4.250	-4.000	5.584	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	4.250	0.000	5.584	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	4.250	-4.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N16	4.250	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado

Tabla 1. Nudos de la estructura del soporte inferior

Referencias:

Δ_x , Δ_y , Δ_z : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x , θ_y , θ_z : Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

4.1.2. Barras

4.1.2.1. Materiales utilizados

Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672,8	0,300	825688,1	2803,3	0,000012	7,850
<p><i>Notación:</i></p> <p><i>E: Módulo de elasticidad</i></p> <p><i>ν: Módulo de Poisson</i></p> <p><i>G: Módulo de cortadura</i></p> <p><i>f_y: Límite elástico</i></p> <p><i>α_t: Coeficiente de dilatación</i></p> <p><i>γ: Peso específico</i></p>							

Tabla 2. Materiales utilizados estructura en la del soporte inferior

4.1.2.2. Descripción

Material		Barra	Perfil(Serie)
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	
Acero laminado	S275	N1/N5	HE 180 B (HEB)
		N2/N6	HE 180 B (HEB)
		N3/N7	HE 180 B (HEB)
		N4/N8	HE 180 B (HEB)
		N7/N11	IPE 220 (IPE)
		N11/N12	IPE 220 (IPE)
		N12/N6	IPE 220 (IPE)
		N8/N10	IPE 220 (IPE)

Material		Barra (Ni/Nf)	Perfil(Serie)
Tipo	Designación		
		N10/N9	IPE 220 (IPE)
		N9/N5	IPE 220 (IPE)
		N9/N12	IPE 220 (IPE)
		N10/N11	IPE 220 (IPE)
		N15/N13	HE 180 B (HEB)
		N16/N14	HE 180 B (HEB)
		N8/N13	IPE 220 (IPE)
		N13/N7	IPE 220 (IPE)
		N5/N14	IPE 220 (IPE)
		N14/N6	IPE 220 (IPE)

Tabla 3. Descripción del material y las barras de la estructura del soporte inferior con sus perfiles correspondientes

4.1.2.3. Características mecánicas

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 180 B, (HEB)	65,30	37,80	11,63	3831,00	1363,00	42,16
		2	IPE 220, (IPE)	33,40	15,18	10,70	2772,00	205,00	9,07

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	A _{vy}	A _{vz}	I _{yy}	I _{zz}	I _t
Tipo	Designación			(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
<i>Notación:</i>									
<i>Ref.: Referencia</i>									
<i>A: Área de la sección transversal</i>									
<i>A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'</i>									
<i>A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'</i>									
<i>I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'</i>									
<i>I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'</i>									
<i>I_t: Inercia a torsión</i>									
<i>Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</i>									

Tabla 4. Características mecánicas de los materiales utilizados en el soporte inferior

4.2. Cargas

Las cargas aplicadas sobre la estructura se resumen en la tabla 5, el valor de las cargas se indica bajo la letra P, mientras que, en el caso de las cargas puntuales, la letra L indicará la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga.

Las cargas uniformes pertenecientes a la hipótesis de cargas muertas CM1, se resumen en una carga de 100 kg/m² sobre la superficie total de la estructura.

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores	Posición	Dirección			
			P1 (t)	L1 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N5	Peso propio	Uniforme	0.051	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	Peso propio	Uniforme	0.051	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N7	Peso propio	Uniforme	0.051	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N8	Peso propio	Uniforme	0.051	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N11	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores	Posición	Dirección			
			P1 (t)	L1 (m)	Ejes	X	Y	Z
N7/N11	CM 1	Uniforme	0.425	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	CM 1	Uniforme	0.425	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N6	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N6	CM 1	Uniforme	0.425	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N10	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N10	CM 1	Uniforme	0.425	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N9	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N9	CM 1	Uniforme	0.425	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	CM 1	Uniforme	0.425	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N12	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N12	CM 1	Puntual	0.150	1.509	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N12	CM 1	Puntual	0.150	3.894	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N12	CM 1	Puntual	0.150	4.848	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N11	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N11	CM 1	Puntual	0.150	1.509	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N11	CM 1	Puntual	0.150	3.894	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N11	CM 1	Puntual	0.150	4.848	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N13	Peso propio	Uniforme	0.051	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N14	Peso propio	Uniforme	0.051	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N13	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N7	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N14	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N6	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Tabla 5. Cargas aplicadas en la estructura del soporte inferior

En la figura 3 se puede apreciar la distribución de cargas en la estructura. Se dividen entre el peso propio de cada uno de los elementos de la estructura, una carga distribuida sobre la estructura y 6 cargas puntuales de 150 kg situadas en los puntos en los que irán las patas de la máquina.

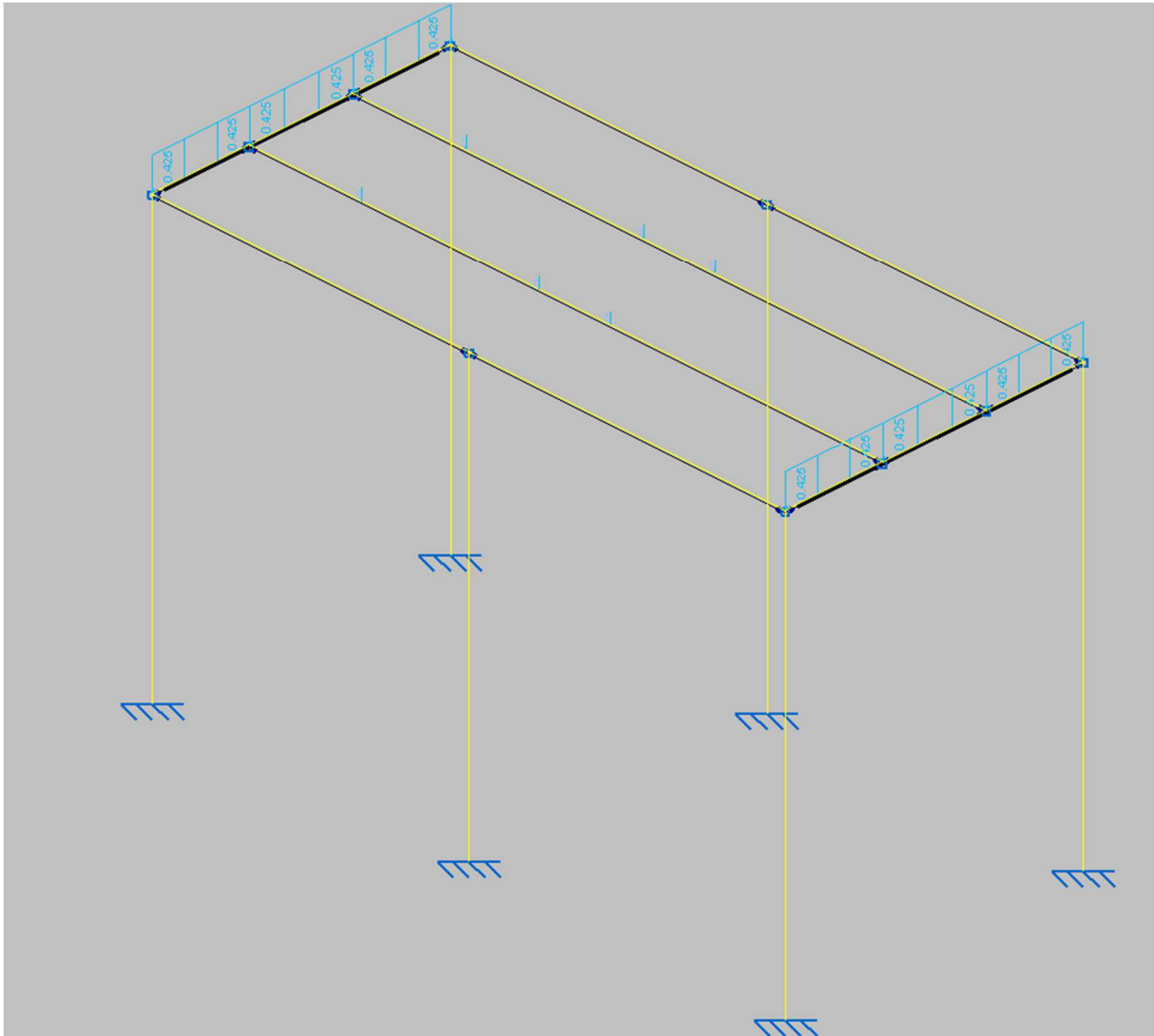


Figura 3. Cargas aplicadas en la estructura del soporte inferior

4.3. Desplazamientos

En este apartado se obtendrán los desplazamientos totales de la estructura debidos a todas las hipótesis de carga consideradas. Dichos valores se muestran como desplazamientos en cada nudo en la tabla 6.

Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N3	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N4	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N5	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-0.059	-	-	-
N6	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-0.056	-	-	-
N7	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-0.056	-	-	-
N8	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-0.059	-	-	-
N9	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-3.603	-	-	-
N10	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-3.603	-	-	-
N11	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-3.302	-	-	-
N12	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-3.302	-	-	-
N13	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-0.010	-	-	-
N14	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-0.010	-	-	-
N15	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N16	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 6. Desplazamientos de los nodos en la estructura del soporte inferior

4.4. Reacciones

En este apartado se analizarán las reacciones del terreno con respecto a la estructura, para ello, se añadirá la tabla 7 en la que se podrán ver los resultados obtenidos a través del programa Cype Ingenieros.

Así pues, se estudiarán los nudos 1, 2, 3, 4, 15 y 16 ya que son los nudos que están en contacto con la cimentación. Además, se encuentran empotrados por lo que las reacciones no solo serán cargas sino que también habrá momentos.

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1	Reacción en el nodo 1	PP+CM1	0.001	0.000	1.625	0.000	0.002	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	0.002	0.000	2.600	0.000	0.004	0.000
N2	Reacción en el nodo 2	PP+CM1	-0.001	0.000	1.537	0.000	-0.002	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	-0.002	0.000	2.459	0.000	-0.004	0.000
N3	Reacción en el nodo 3	PP+CM1	-0.001	0.000	1.537	0.000	-0.002	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	-0.002	0.000	2.459	0.000	-0.004	0.000
N4	Reacción en el nodo 4	PP+CM1	0.001	0.000	1.625	0.000	0.002	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	0.002	0.000	2.600	0.000	0.004	0.000
N15	Reacción en el nodo 15	PP+CM1	0.000	0.000	0.398	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	0.000	0.000	0.636	0.000	0.000	0.000
N16	Reacción en el nodo 16	PP+CM1	0.000	0.000	0.398	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	0.000	0.000	0.636	0.000	0.000	0.000

Tabla 7. Reacciones del hormigón sobre la estructura del soporte inferior

En la figura 4 se muestra el valor y la localización de los esfuerzos y los momentos en los nudos estudiados.

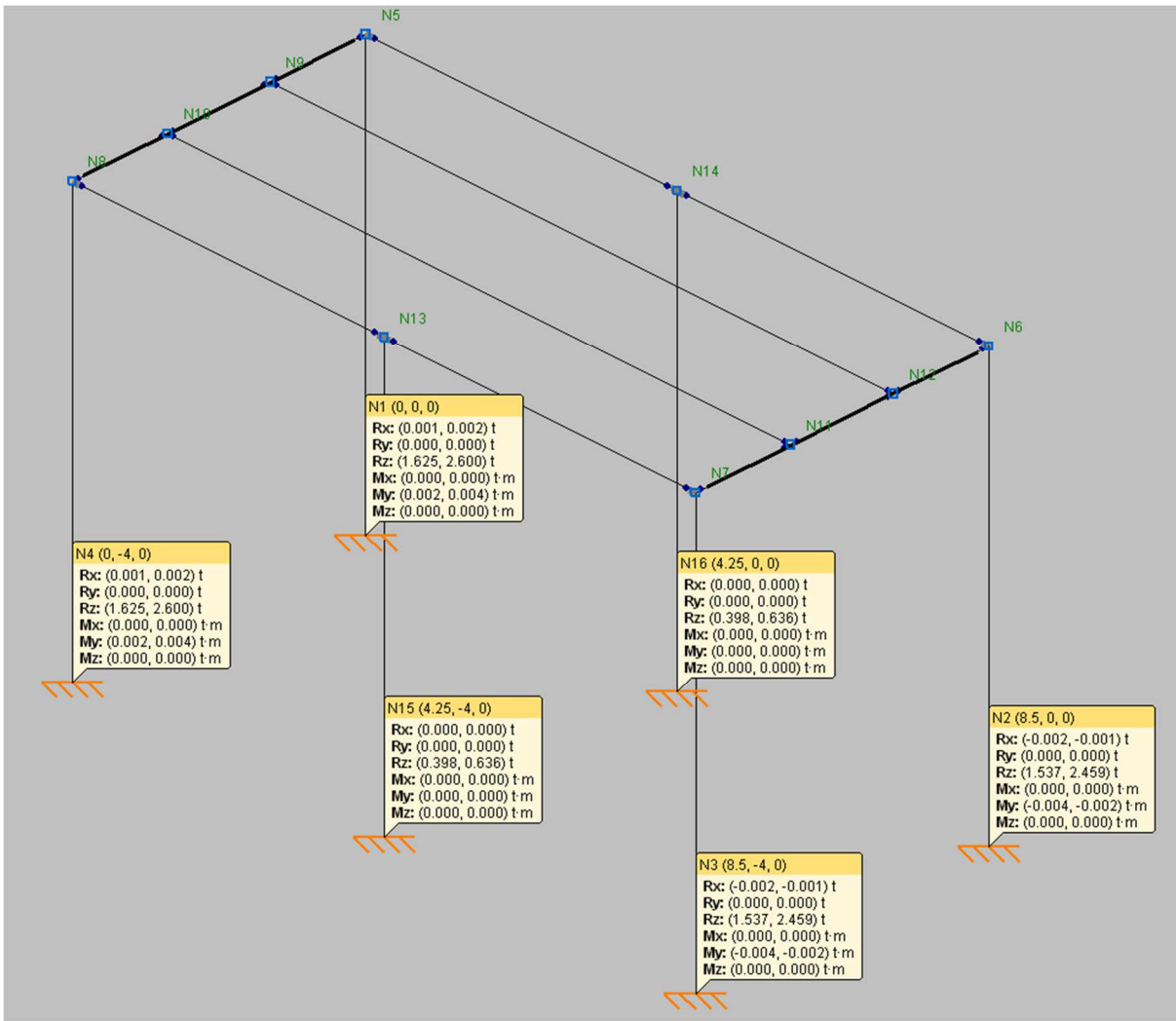


Figura 4. Reacciones del hormigón sobre la estructura del soporte inferior

4.5. Esfuerzos

En este apartado se listarán los esfuerzos en las barras a lo largo de la longitud de las mismas:

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.698 m	1.396 m	2.094 m	2.792 m	3.490 m	4.188 m	4.886 m	5.584 m
N1/N5	Acero laminado	N _{mín}	-2.194	-2.145	-2.097	-2.049	-2.000	-1.952	-1.904	-1.856	-1.807
		N _{máx}	-1.300	-1.271	-1.243	-1.214	-1.185	-1.157	-1.128	-1.100	-1.071
		V _{y mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.698 m	1.396 m	2.094 m	2.792 m	3.490 m	4.188 m	4.886 m	5.584 m
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		$V_{z_{máx}}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	0.002	0.001	0.000	0.000	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005	-0.007
		$M_{y_{máx}}$	0.003	0.002	0.001	0.000	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.004
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 8. Esfuerzos sobre la barra N1/N5 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.698 m	1.396 m	2.094 m	2.792 m	3.490 m	4.188 m	4.886 m	5.584 m
N2/N6	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.075	-2.026	-1.978	-1.930	-1.881	-1.833	-1.785	-1.736	-1.688
		$N_{máx}$	-1.229	-1.201	-1.172	-1.144	-1.115	-1.086	-1.058	-1.029	-1.000
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		$V_{z_{máx}}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	-0.003	-0.002	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004
		$M_{y_{máx}}$	-0.002	-0.001	0.000	0.000	0.002	0.003	0.004	0.005	0.007
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 9. Esfuerzos sobre la barra N2/N6 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
-------	---------	----------	------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

	combinación		0.000 m	0.698 m	1.396 m	2.094 m	2.792 m	3.490 m	4.188 m	4.886 m	5.584 m	
N3/N7	Acero laminado	N_{\min}	-2.075	-2.026	-1.978	-1.930	-1.881	-1.833	-1.785	-1.736	-1.688	
		N_{\max}	-1.229	-1.201	-1.172	-1.144	-1.115	-1.086	-1.058	-1.029	-1.000	
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$V_{z\min}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	
		$V_{z\max}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{y\min}$	-0.003	-0.002	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004
		$M_{y\max}$	-0.002	-0.001	0.000	0.000	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.007
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 10. Esfuerzos sobre la barra N3/N7 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.698 m	1.396 m	2.094 m	2.792 m	3.490 m	4.188 m	4.886 m	5.584 m
N4/N8	Acero laminado	N_{\min}	-2.194	-2.145	-2.097	-2.049	-2.000	-1.952	-1.904	-1.856	-1.807
		N_{\max}	-1.300	-1.271	-1.243	-1.214	-1.185	-1.157	-1.128	-1.100	-1.071
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		$V_{z\max}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	0.002	0.001	0.000	0.000	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005	-0.007
		$M_{y\max}$	0.003	0.002	0.001	0.000	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.004
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 11. Esfuerzos sobre la barra N5/N8 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.217 m	0.433 m	0.650 m	0.867 m	1.083 m	1.300 m	
N7/N11	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-1.613	-1.481	-1.349	-1.217	-1.085	-0.953	-0.821	
		$V_{z\max}$	-0.956	-0.878	-0.799	-0.721	-0.643	-0.565	-0.487	
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{y\min}$	0.000	0.199	0.380	0.545	0.693	0.824	0.938	
		$M_{y\max}$	0.000	0.335	0.642	0.920	1.169	1.390	1.582	
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Tabla 12. Esfuerzos sobre la barra N7/N11 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.233 m	0.467 m	0.700 m	0.933 m	1.167 m	1.400 m	
N11/N12	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.426	-0.284	-0.142	0.000	0.084	0.168	0.253	
		$V_{z\max}$	-0.253	-0.168	-0.084	0.000	0.142	0.284	0.426	
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{y\min}$	0.938	0.987	1.016	1.026	1.016	0.987	0.938	
		$M_{y\max}$	1.582	1.665	1.715	1.731	1.715	1.665	1.582	
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Tabla 13. Esfuerzos sobre la barra N11/N12 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.217 m	0.433 m	0.650 m	0.867 m	1.083 m	1.300 m	
N12/N6	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$N_{\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\text{mín}}$	0.487	0.565	0.643	0.721	0.799	0.878	0.956	
		$V_{z\text{máx}}$	0.821	0.953	1.085	1.217	1.349	1.481	1.613	
		$M_{t\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{t\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{y\text{mín}}$	0.938	0.824	0.693	0.545	0.380	0.199	0.000	
		$M_{y\text{máx}}$	1.582	1.390	1.169	0.920	0.642	0.335	0.000	
		$M_{z\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{z\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Tabla 14. Esfuerzos sobre la barra N12/N16 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.217 m	0.433 m	0.650 m	0.867 m	1.083 m	1.300 m	
N8/N10	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$N_{\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\text{mín}}$	-1.732	-1.600	-1.468	-1.336	-1.204	-1.072	-0.940	
		$V_{z\text{máx}}$	-1.026	-0.948	-0.870	-0.792	-0.714	-0.635	-0.557	
		$M_{t\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{t\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{y\text{mín}}$	0.000	0.214	0.411	0.591	0.754	0.900	1.029	
		$M_{y\text{máx}}$	0.000	0.361	0.693	0.997	1.272	1.519	1.737	
		$M_{z\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{z\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Tabla 15. Esfuerzos sobre la barra N8/N10 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.000 m	0.233 m	0.467 m	0.700 m	0.933 m	1.167 m	1.400 m
N10/N9	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.426	-0.284	-0.142	0.000	0.084	0.168	0.253
		$V_{z\max}$	-0.253	-0.168	-0.084	0.000	0.142	0.284	0.426
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	1.029	1.078	1.108	1.118	1.108	1.078	1.029
		$M_{y\max}$	1.737	1.820	1.870	1.886	1.870	1.820	1.737
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 16. Esfuerzos sobre la barra N1/N5 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.000 m	0.217 m	0.433 m	0.650 m	0.867 m	1.083 m	1.300 m
N9/N5	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.557	0.635	0.714	0.792	0.870	0.948	1.026
		$V_{z\max}$	0.940	1.072	1.204	1.336	1.468	1.600	1.732
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	1.029	0.900	0.754	0.591	0.411	0.214	0.000
		$M_{y\max}$	1.737	1.519	1.272	0.997	0.693	0.361	0.000
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 17. Esfuerzos sobre la barra N9/N5 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.275 m	2.125 m	2.975 m	4.250 m	5.525 m	6.375 m	7.650 m	8.500 m
N9/ N12	Acero laminado	N_{\min}	-2.194	-2.145	-2.097	-2.049	-2.000	-1.952	-1.904	-1.856	-1.807
		N_{\max}	-1.300	-1.271	-1.243	-1.214	-1.185	-1.157	-1.128	-1.100	-1.071
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		$V_{z\max}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	0.002	0.001	0.000	0.000	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005	-0.007
		$M_{y\max}$	0.003	0.002	0.001	0.000	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.004
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 18. Esfuerzos sobre la barra N1/N5 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.275 m	2.125 m	2.975 m	4.250 m	5.525 m	6.375 m	7.650 m	8.500 m
N10/ N11	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.514	-0.469	-0.236	-0.206	0.025	0.171	0.189	0.216	0.234
		$V_{z\max}$	-0.304	-0.278	-0.140	-0.122	0.042	0.289	0.319	0.365	0.395
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	0.000	0.371	0.526	0.637	0.733	0.603	0.450	0.191	0.000
		$M_{y\max}$	0.000	0.626	0.887	1.075	1.236	1.017	0.759	0.323	0.000
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 19. Esfuerzos sobre la barra N10/N11 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.698 m	1.396 m	2.094 m	2.792 m	3.490 m	4.188 m	4.886 m	5.584 m
N15/ N13	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	-0.537	-0.489	-0.440	-0.392	-0.344	-0.295	-0.247	-0.199	-0.150
		$N_{\text{máx}}$	-0.318	-0.290	-0.261	-0.232	-0.204	-0.175	-0.146	-0.118	-0.089
		$V_{y\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 20. Esfuerzos sobre la barra N15/N13 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.698 m	1.396 m	2.094 m	2.792 m	3.490 m	4.188 m	4.886 m	5.584 m
N16/ N14	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	-0.537	-0.489	-0.440	-0.392	-0.344	-0.295	-0.247	-0.199	-0.150
		$N_{\text{máx}}$	-0.318	-0.290	-0.261	-0.232	-0.204	-0.175	-0.146	-0.118	-0.089
		$V_{y\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.698 m	1.396 m	2.094 m	2.792 m	3.490 m	4.188 m	4.886 m	5.584 m
		$M_{z_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 21. Esfuerzos sobre la barra N16/N14 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.090 m	0.599 m	1.108 m	1.616 m	2.125 m	2.634 m	3.143 m	3.651 m	4.160 m
N8/ N13	Acero laminado	$N_{m\acute{i}n}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		$N_{m\acute{a}x}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$V_{y_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{m\acute{i}n}}$	-0.075	-0.054	-0.036	-0.018	0.000	0.011	0.021	0.032	0.045
		$V_{z_{m\acute{a}x}}$	-0.045	-0.032	-0.021	-0.011	0.000	0.018	0.036	0.054	0.075
		$M_{t_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.019	0.033	0.041	0.043	0.041	0.033	0.019	0.000
		$M_{y_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.032	0.055	0.069	0.073	0.069	0.055	0.032	0.000
		$M_{z_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 22. Esfuerzos sobre la barra N8/N13 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.090 m	0.599 m	1.108 m	1.616 m	2.125 m	2.634 m	3.143 m	3.651 m	4.160 m
N13/ N7	Acero laminado	$N_{m\acute{i}n}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		$N_{m\acute{a}x}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$V_{y_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{m\acute{i}n}}$	-0.075	-0.054	-0.036	-0.018	0.000	0.011	0.021	0.032	0.045
		$V_{z_{m\acute{a}x}}$	-0.045	-0.032	-0.021	-0.011	0.000	0.018	0.036	0.054	0.075
		$M_{t_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.090 m	0.599 m	1.108 m	1.616 m	2.125 m	2.634 m	3.143 m	3.651 m	4.160 m
		$M_{t_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.019	0.033	0.041	0.043	0.041	0.033	0.019	0.000
		$M_{y_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.032	0.055	0.069	0.073	0.069	0.055	0.032	0.000
		$M_{z_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 23. Esfuerzos sobre la barra N13/N7 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.090 m	0.599 m	1.108 m	1.616 m	2.125 m	2.634 m	3.143 m	3.651 m	4.160 m
N5/ N14	Acero laminado	$N_{m\acute{i}n}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		$N_{m\acute{a}x}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$V_{y_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{m\acute{i}n}}$	-0.075	-0.054	-0.036	-0.018	0.000	0.011	0.021	0.032	0.045
		$V_{z_{m\acute{a}x}}$	-0.045	-0.032	-0.021	-0.011	0.000	0.018	0.036	0.054	0.075
		$M_{t_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.019	0.033	0.041	0.043	0.041	0.033	0.019	0.000
		$M_{y_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.032	0.055	0.069	0.073	0.069	0.055	0.032	0.000
		$M_{z_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 24. Esfuerzos sobre la barra N5/N14 de la estructura del soporte inferior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.090 m	0.599 m	1.108 m	1.616 m	2.125 m	2.634 m	3.143 m	3.651 m	4.160 m
N14/ N6	Acero laminado	$N_{m\acute{i}n}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		$N_{m\acute{a}x}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$V_{y_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.090 m	0.599 m	1.108 m	1.616 m	2.125 m	2.634 m	3.143 m	3.651 m	4.160 m
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	-0.075	-0.054	-0.036	-0.018	0.000	0.011	0.021	0.032	0.045
		$V_{z_{máx}}$	-0.045	-0.032	-0.021	-0.011	0.000	0.018	0.036	0.054	0.075
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	0.000	0.019	0.033	0.041	0.043	0.041	0.033	0.019	0.000
		$M_{y_{máx}}$	0.000	0.032	0.055	0.069	0.073	0.069	0.055	0.032	0.000
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 25. Esfuerzos sobre la barra N14/N6 de la estructura del soporte inferior

4.6. Resistencia

En este apartado se comprobará que todos los elementos de la estructura cumplen holgadamente con los requisitos. Esto es así ya que el inconveniente principal al que se hace frente no son tanto las cargas excesivas como la flecha y las grandes esbelteces de las vigas.

Así pues, mediante la tabla 26, se puede comprobar como todas las barras cumplen.

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)

V_y : Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

V_z : Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

M_y : Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

M_z : Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	V_y (t)	V_z (t)	M_t (t·m)	M_y (t·m)	M_z (t·m)		
N1/N5	3.65	0.000	-2.194	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000	G	Cumple
N2/N6	3.45	0.000	-2.075	0.000	-0.002	0.000	-0.003	0.000	G	Cumple
N3/N7	3.45	0.000	-2.075	0.000	-0.002	0.000	-0.003	0.000	G	Cumple
N4/N8	3.65	0.000	-2.194	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000	G	Cumple
N7/N11	20.79	1.300	0.000	0.000	-0.821	0.000	1.582	0.000	G	Cumple
N11/N12	22.75	0.700	0.000	0.000	0.000	0.000	1.731	0.000	G	Cumple

Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N12/N6	20.79	0.000	0.000	0.000	0.821	0.000	1.582	0.000	G	Cumple
N8/N10	22.83	1.300	0.000	0.000	-0.940	0.000	1.737	0.000	G	Cumple
N10/N9	24.79	0.700	0.000	0.000	0.000	0.000	1.886	0.000	G	Cumple
N9/N5	22.83	0.000	0.000	0.000	0.940	0.000	1.737	0.000	G	Cumple
N9/N12	16.42	3.895	0.000	0.000	0.029	0.000	1.249	0.000	G	Cumple
N10/N11	16.42	3.895	0.000	0.000	0.029	0.000	1.249	0.000	G	Cumple
N15/N13	0.89	0.000	-0.537	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N16/N14	0.89	0.000	-0.537	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N8/N13	0.97	2.125	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.073	0.000	G	Cumple
N13/N7	0.97	2.125	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.073	0.000	G	Cumple
N5/N14	0.97	2.125	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.073	0.000	G	Cumple
N14/N6	0.97	2.125	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.073	0.000	G	Cumple

Tabla 26. Resistencia de las barras de la estructura del soporte inferior

4.7. Flechas

En este apartado se recogen las flechas en la estructura estudiada, Se analizarán tanto las flechas absolutas como las flechas relativas en función de la longitud de las barras.

Grupo	Flecha máxima absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xz	
	Posición (m)	Flecha (mm)
N1/N5	3.839	0.01
	3.839	L/(>1000)
N2/N6	3.839	0.01
	3.839	L/(>1000)
N3/N7	3.839	0.01
	3.839	L/(>1000)

Grupo	Flecha máxima absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xz	
	Posición (m)	Flecha (mm)
N4/N8	3.839	0.01
	3.839	L/(>1000)
N7/N6	2.000	3.78
	2.000	L/(>1000)
N8/N5	2.000	4.13
	2.000	L/969.5
N9/N12	4.250	11.10
	4.250	L/765.7
N10/N11	4.250	11.10
	4.250	L/765.7
N15/N13	2.792	0.00
	-	L/(>1000)
N16/N14	2.792	0.00
	-	L/(>1000)
N8/N13	2.035	0.16
	2.035	L/(>1000)
N13/N7	2.035	0.16
	2.035	L/(>1000)
N5/N14	2.035	0.16
	2.035	L/(>1000)
N14/N6	2.035	0.16
	2.035	L/(>1000)

Tabla 27. Flechas en la estructura del soporte inferior

A continuación, en la figura 5 se muestra gráficamente los resultados obtenidos anteriormente.

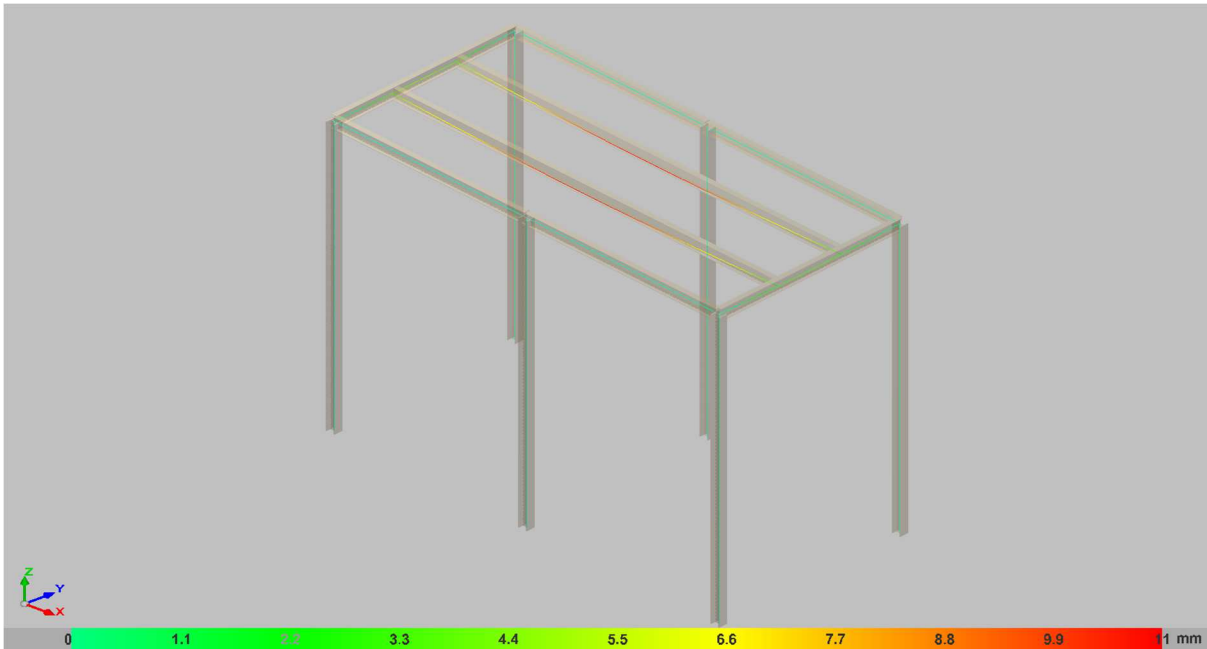


Figura 5. Flechas en la estructura del soporte inferior

4.8. Tabla resumen de comprobaciones E.L.U.

En la siguiente tabla se resumen las comprobaciones realizadas según el CTE a estado límite último.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	ℓ	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N1/N5	$\ell < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 3.6$	$x: 5.584 \text{ m}$ $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 3.6$
N2/N6	$\ell < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 3.4$	$x: 5.584 \text{ m}$ $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 3.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 3.5$
N3/N7	$\ell < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 3.4$	$x: 5.584 \text{ m}$ $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 3.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 3.5$
N4/N8	$\ell < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 3.6$	$x: 5.584 \text{ m}$ $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 3.6$
N7/N11	N.P. ⁽⁷⁾	$x: 0.217 \text{ m}$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	$x: 1.3 \text{ m}$ $\eta = 20.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 8.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0.217 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 20.8$
N11/N12	N.P. ⁽⁷⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	$x: 0.7 \text{ m}$ $\eta = 22.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 2.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 22.8$
N12/N6	N.P. ⁽⁷⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 20.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 1.3 \text{ m}$ $\eta = 8.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 20.8$
N8/N10	N.P. ⁽⁷⁾	$x: 0.217 \text{ m}$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	$x: 1.3 \text{ m}$ $\eta = 22.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 8.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0.217 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 22.8$
N10/N9	N.P. ⁽⁷⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	$x: 0.7 \text{ m}$ $\eta = 24.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 2.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 24.8$
N9/N5	N.P. ⁽⁷⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 22.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 1.3 \text{ m}$ $\eta = 8.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 22.8$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	ℓ	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N9/N12	N.P. ⁽⁷⁾	x: 0.425 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 3.895 m $\eta = 16.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 2.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.425 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 16.4$
N10/N11	N.P. ⁽⁷⁾	x: 0.425 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 3.895 m $\eta = 16.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 2.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.425 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 16.4$
N15/N13	$\ell < 2.0$ Cumple	N.P. ⁽¹¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.9$
N16/N14	$\ell < 2.0$ Cumple	N.P. ⁽¹¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.9$
N8/N13	$\ell < 2.0$ Cumple	x: 0.092 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	x: 2.125 m $\eta = 1.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.09 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.092 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.125 m $\eta = 1.0$	x: 0.092 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 1.0$
N13/N7	$\ell < 2.0$ Cumple	x: 0.092 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	x: 2.125 m $\eta = 1.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.09 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.092 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.125 m $\eta = 1.0$	x: 0.092 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 1.0$
N5/N14	$\ell < 2.0$ Cumple	x: 0.092 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	x: 2.125 m $\eta = 1.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.09 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.092 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.125 m $\eta = 1.0$	x: 0.092 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 1.0$
N14/N6	$\ell < 2.0$ Cumple	x: 0.092 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	x: 2.125 m $\eta = 1.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.09 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.092 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.125 m $\eta = 1.0$	x: 0.092 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 1.0$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	ξ	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	
<p><i>Notación:</i></p> <p>ξ: Limitación de esbeltez</p> <p>λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_Y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_Z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_Z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_Y: Resistencia a corte Y</p> <p>$M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>$M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>$N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>$N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>$M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>$M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p><i>N.P.:</i> No procede</p>															

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	ξ	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	
<p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i></p> <p>(1) <i>La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</i></p> <p>(2) <i>La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</i></p> <p>(3) <i>La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</i></p> <p>(4) <i>No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i></p> <p>(5) <i>La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</i></p> <p>(6) <i>No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i></p> <p>(7) <i>La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</i></p> <p>(8) <i>La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</i></p> <p>(9) <i>No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i></p> <p>(10) <i>No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i></p> <p>(11) <i>La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.</i></p>															

Tabla 28. Resumen de las comprobaciones realizadas en la estructura del soporte inferior

5. ANÁLISIS SOPORTE SUPERIOR

En este apartado se estudiará la estructura del soporte de las máquinas superiores, en la figura 6 se puede observar la ubicación de los nodos y barras de la estructura a los que se harán referencia durante este apartado.

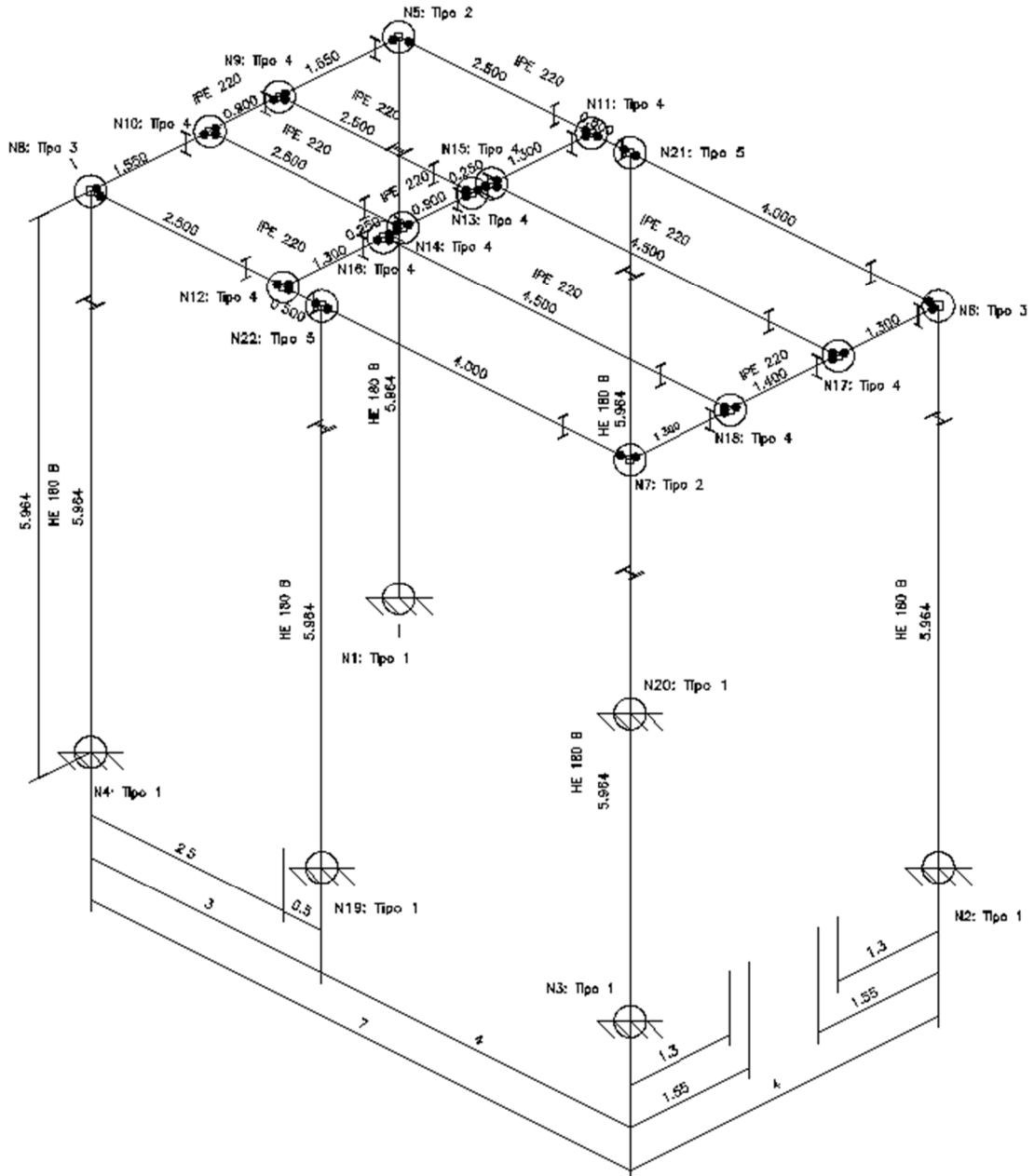


Figura 6. Estructura del soporte superior

5.1. Geometría

5.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N2	7.000	0.000	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	7.000	-4.000	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.000	-4.000	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	-1.550	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	0.000	-2.450	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	2.500	0.000	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	2.500	-4.000	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	2.500	-1.550	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	2.500	-2.450	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	2.500	-1.300	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	2.500	-2.700	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	7.000	-1.300	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	7.000	-2.700	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	3.000	0.000	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N16	3.000	-4.000	5.964	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	0.000	-4.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N18	3.000	-4.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N19	7.000	-4.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N20	7.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N21	3.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N22	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado

Tabla 29. Nudos de la estructura del soporte superior

5.1.2. Barras

5.1.2.1. Materiales utilizados

Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672,8	0,300	825688,1	2803,3	0,000012	7,850

Notación:

E: Módulo de elasticidad

ν : Módulo de Poisson

G: Módulo de cortadura

f_y : Límite elástico

α_t : Coeficiente de dilatación

γ : Peso específico

Tabla 30. Materiales utilizados en la estructura del soporte superior

5.1.2.2. Descripción

Material	Barra (Ni/Nf)	Perfil (Serie)
----------	---------------	----------------

Tipo	Designación		
Acero laminado	S275	N3/N14	IPE 220 (IPE)
		N14/N13	IPE 220 (IPE)
		N13/N2	IPE 220 (IPE)
		N4/N6	IPE 220 (IPE)
		N6/N5	IPE 220 (IPE)
		N5/N1	IPE 220 (IPE)
		N8/N12	IPE 220 (IPE)
		N12/N10	IPE 220 (IPE)
		N10/N9	IPE 220 (IPE)
		N9/N11	IPE 220 (IPE)
		N11/N7	IPE 220 (IPE)
		N5/N9	IPE 220 (IPE)
		N6/N10	IPE 220 (IPE)
		N11/N13	IPE 220 (IPE)
		N12/N14	IPE 220 (IPE)
		N4/N8	IPE 220 (IPE)
		N8/N16	IPE 220 (IPE)
		N16/N3	IPE 220 (IPE)
		N1/N7	IPE 220 (IPE)
		N7/N15	IPE 220 (IPE)
		N15/N2	IPE 220 (IPE)
		N17/N4	HE 180 B (HEB)
		N22/N1	HE 180 B (HEB)
N18/N16	HE 180 B (HEB)		
N21/N15	HE 180 B (HEB)		
N20/N2	HE 180 B (HEB)		
N19/N3	HE 180 B (HEB)		

Tabla 31. Descripción del material y las barras de la estructura del soporte superior con sus perfiles correspondientes

5.1.2.3. Características mecánicas

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	A_{vy}	A_{vz}	I_{yy}	I_{zz}	I_t
Tipo	Designación			(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
Acero laminado	S275	1	HE 180 B, (HEB)	65,30	37,80	11,63	3831,00	1363,00	42,16
		2	IPE 220, (IPE)	33,40	15,18	10,70	2772,00	205,00	9,07
<p><i>Notación:</i></p> <p><i>Ref.: Referencia</i></p> <p><i>A: Área de la sección transversal</i></p> <p><i>A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'</i></p> <p><i>A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'</i></p> <p><i>I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'</i></p> <p><i>I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'</i></p> <p><i>I_t: Inercia a torsión</i></p> <p><i>Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</i></p>									

Tabla 32. Características mecánicas de los materiales utilizados en el soporte inferior

5.2. Cargas

Las cargas aplicadas sobre la estructura se resumen en la tabla 33, el valor de las cargas se indica bajo la letra P, mientras que, en el caso de las cargas puntuales, la letra L indicará la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga.

Las cargas uniformes pertenecientes a la hipótesis de cargas muertas CM1, se resumen en una carga de 100 kg/m² sobre la superficie total de la estructura.

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores	Posición	Dirección			
			P1	L1 (m)	Ejes	X	Y	Z

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores	Posición	Dirección			
			P1	L1 (m)	Ejes	X	Y	Z
N3/N14	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N14	CM 1	Uniforme	0.225	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N13	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N13	CM 1	Uniforme	0.225	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N2	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N2	CM 1	Uniforme	0.225	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	CM 1	Uniforme	0.125	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N5	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N5	CM 1	Uniforme	0.125	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N1	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N1	CM 1	Uniforme	0.125	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N12	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N12	CM 1	Uniforme	0.350	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N10	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N10	CM 1	Uniforme	0.350	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N9	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N9	CM 1	Uniforme	0.350	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N11	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N11	CM 1	Uniforme	0.350	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N7	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N7	CM 1	Uniforme	0.350	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N9	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N9	CM 1	Puntual	0.250	0.305	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N9	CM 1	Puntual	0.250	1.305	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N9	CM 1	Puntual	0.250	2.305	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N10	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores	Posición	Dirección			
			P1	L1 (m)	Ejes	X	Y	Z
N6/N10	CM 1	Puntual	0.250	0.305	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N10	CM 1	Puntual	0.250	1.305	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N10	CM 1	Puntual	0.250	2.305	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	CM 1	Puntual	0.150	0.954	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	CM 1	Puntual	0.150	3.339	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	CM 1	Puntual	0.150	4.293	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N14	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N14	CM 1	Puntual	0.150	0.954	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N14	CM 1	Puntual	0.150	3.339	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N14	CM 1	Puntual	0.150	4.293	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N8	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N16	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N3	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N7	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N15	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N2	Peso propio	Uniforme	0.026	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N4	Peso propio	Uniforme	0.051	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N1	Peso propio	Uniforme	0.051	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N16	Peso propio	Uniforme	0.051	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N15	Peso propio	Uniforme	0.051	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N2	Peso propio	Uniforme	0.051	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N3	Peso propio	Uniforme	0.051	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Tabla 33. Cargas aplicadas en la estructura del soporte superior

En la figura 7 se puede apreciar la distribución de cargas en la estructura. Se dividen entre el peso propio de cada uno de los elementos de la estructura, una carga distribuida sobre la estructura y 6 cargas puntuales de 150 kg situadas en los puntos en los que irán las patas de

la máquina separadora de plásticos y 6 cargas puntuales de 250 kg en los puntos en los que irán las patas de la máquina vibradora.

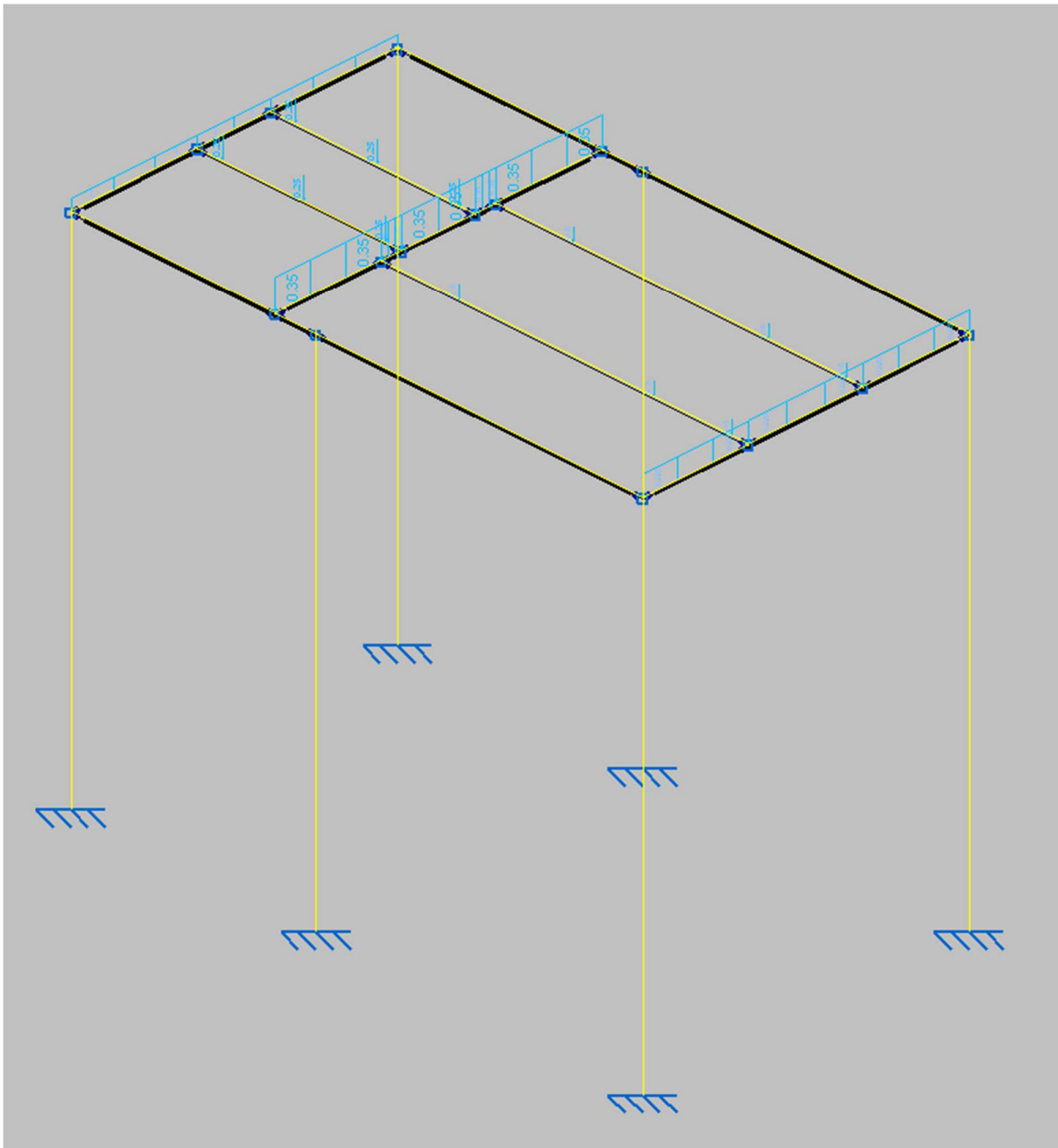


Figura 7. Cargas aplicadas en la estructura del soporte superior

5.3. Desplazamientos

En este apartado se obtendrán los desplazamientos totales de la estructura debidos a todas las hipótesis de carga consideradas. Dichos valores se muestran como desplazamientos en cada nudo en la tabla 34.

Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-0.044	-	-	-
N2	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-0.042	-	-	-
N3	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-0.042	-	-	-
N4	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-0.044	-	-	-
N5	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-2.475	-	-	-
N6	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-2.475	-	-	-
N7	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-0.384	-	-	-
N8	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-0.384	-	-	-
N9	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-5.008	-	-	-
N10	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-5.008	-	-	-
N11	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-4.585	-	-	-
N12	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-4.585	-	-	-
N13	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-2.465	-	-	-
N14	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-2.465	-	-	-
N15	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-0.065	-	-	-
N16	Desplazamientos	PP+CM1	0.133	0.000	-0.065	-	-	-
N17	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N18	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N19	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N20	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N21	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N22	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 34. Desplazamientos de los nodos en la estructura del soporte superior

5.4. Reacciones

En este apartado se analizarán las reacciones del terreno con respecto a la estructura, para ello, se añadirá la tabla 35 en la que se podrán ver los resultados obtenidos a través del programa Cype Ingenieros.

Así pues, se estudiarán los nudos 17, 18, 19, 20, 21 y 22 ya que son los nudos que están en contacto con la cimentación. Además, se encuentran empotrados por lo que las reacciones no solo serán cargas sino que también habrá momentos.

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N17	Reacción en el nudo 17	PP+CM1	0.003	0.000	1.191	0.000	-0.001	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	0.004	0.000	1.906	0.000	-0.001	0.000
N18	Reacción en el nudo 18	PP+CM1	-0.002	0.000	1.709	0.000	-0.009	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	-0.002	0.000	2.735	0.000	-0.015	0.000
N19	Reacción en el nudo 19	PP+CM1	-0.001	0.000	1.141	0.000	-0.009	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	-0.002	0.000	1.825	0.000	-0.014	0.000
N20	Reacción en el nudo 20	PP+CM1	-0.001	0.000	1.141	0.000	-0.009	0.000

Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
		1.6·PP+1.6·CM1	-0.002	0.000	1.825	0.000	-0.014	0.000
N21	Reacción en el nodo 21	PP+CM1	-0.002	0.000	1.709	0.000	-0.009	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	-0.002	0.000	2.735	0.000	-0.015	0.000
N22	Reacción en el nodo 22	PP+CM1	0.003	0.000	1.191	0.000	-0.001	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	0.004	0.000	1.906	0.000	-0.001	0.000

Tabla 35. Reacciones del hormigón sobre la estructura del soporte superior

En la figura 8 se muestra el valor y la localización de los esfuerzos y los momentos en los nudos estudiados.

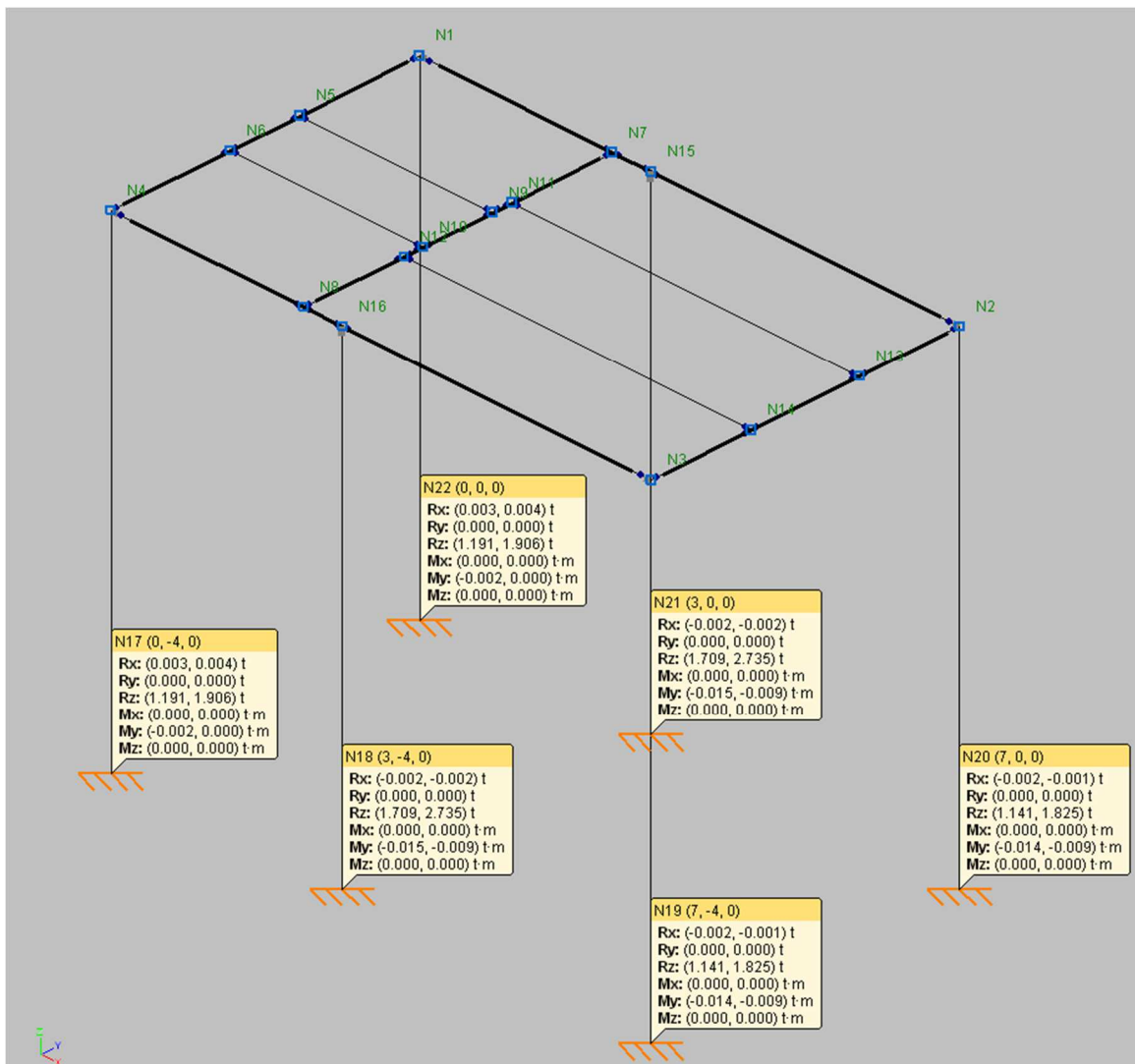


Figura 8. Reacciones del hormigón sobre la estructura del soporte inferior

5.5. Esfuerzos

En este apartado se listarán los esfuerzos en las barras a lo largo de la longitud de las mismas:

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.217 m	0.433 m	0.650 m	0.867 m	1.083 m	1.300 m	
N3/N14	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$N_{\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\text{mín}}$	-1.144	-1.071	-0.997	-0.924	-0.850	-0.777	-0.703	
		$V_{z\text{máx}}$	-0.678	-0.635	-0.591	-0.547	-0.504	-0.460	-0.417	
		$M_{t\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\text{mín}}$	0.000	0.142	0.275	0.398	0.512	0.617	0.712	
		$M_{y\text{máx}}$	0.000	0.240	0.464	0.672	0.864	1.041	1.201	
		$M_{z\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{z\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Tabla 36. Esfuerzos sobre la barra N3/N14 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.233 m	0.467 m	0.700 m	0.933 m	1.167 m	1.400 m	
N14/N13	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$N_{\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.000 m	0.233 m	0.467 m	0.700 m	0.933 m	1.167 m	1.400 m
		$V_{z_{\min}}$	-0.237	-0.158	-0.079	0.000	0.047	0.094	0.141
		$V_{z_{\max}}$	-0.141	-0.094	-0.047	0.000	0.079	0.158	0.237
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	0.712	0.739	0.755	0.761	0.755	0.739	0.712
		$M_{y_{\max}}$	1.201	1.247	1.275	1.284	1.275	1.247	1.201
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 37. Esfuerzos sobre la barra N14/N13 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.000 m	0.217 m	0.433 m	0.650 m	0.867 m	1.083 m	1.300 m
N13/N2	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{\min}}$	0.417	0.460	0.504	0.547	0.591	0.635	0.678
		$V_{z_{\max}}$	0.703	0.777	0.850	0.924	0.997	1.071	1.144
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	0.712	0.617	0.512	0.398	0.275	0.142	0.000
		$M_{y_{\max}}$	1.201	1.041	0.864	0.672	0.464	0.240	0.000
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 38. Esfuerzos sobre la barra N13/N2 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.194 m	0.387 m	0.581 m	0.775 m	0.969 m	1.162 m	1.356 m	1.550 m	
N4/N6	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.937	-0.897	-0.857	-0.818	-0.778	-0.739	-0.699	-0.660	-0.620	
		V _z _{máx}	-0.555	-0.532	-0.508	-0.485	-0.461	-0.438	-0.414	-0.391	-0.367	
		M _t _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _y _{mín}	0.000	0.105	0.206	0.302	0.394	0.481	0.563	0.641	0.715	
		M _y _{máx}	0.000	0.178	0.348	0.510	0.664	0.811	0.951	1.082	1.206	
		M _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 39. Esfuerzos sobre la barra N4/N6 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.225 m	0.450 m	0.675 m	0.900 m
N6/N5	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.092	-0.046	0.000	0.027	0.054
		V _z _{máx}	-0.054	-0.027	0.000	0.046	0.092
		M _t _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _y _{mín}	0.715	0.724	0.727	0.724	0.715
		M _y _{máx}	1.206	1.222	1.227	1.222	1.206
		M _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 40. Esfuerzos sobre la barra N6/N5 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.194 m	0.387 m	0.581 m	0.775 m	0.969 m	1.162 m	1.356 m	1.550 m

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.194 m	0.387 m	0.581 m	0.775 m	0.969 m	1.162 m	1.356 m	1.550 m	
N5/N1	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.367	0.391	0.414	0.438	0.461	0.485	0.508	0.532	0.555	
		$V_{z\max}$	0.620	0.660	0.699	0.739	0.778	0.818	0.857	0.897	0.937	
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{y\min}$	0.715	0.641	0.563	0.481	0.394	0.302	0.206	0.105	0.000	
		$M_{y\max}$	1.206	1.082	0.951	0.811	0.664	0.510	0.348	0.178	0.000	
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Tabla 41. Esfuerzos sobre la barra N5/N1 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.217 m	0.433 m	0.650 m	0.867 m	1.083 m	1.300 m	
N8/N12	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-1.889	-1.779	-1.669	-1.559	-1.449	-1.339	-1.229	
		$V_{z\max}$	-1.120	-1.054	-0.989	-0.924	-0.859	-0.794	-0.728	
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{y\min}$	0.000	0.236	0.457	0.664	0.857	1.036	1.201	
		$M_{y\max}$	0.000	0.397	0.771	1.121	1.447	1.749	2.027	
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Tabla 42. Esfuerzos sobre la barra N8/N12 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.125 m	0.250 m
N12/N10	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	0.000	0.000	0.000

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.125 m	0.250 m
		$V_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{\min}}$	-0.928	-0.865	-0.801
		$V_{z_{\max}}$	-0.550	-0.512	-0.475
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	1.201	1.268	1.329
		$M_{y_{\max}}$	2.027	2.139	2.243
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000

Tabla 43. Esfuerzos sobre la barra N12/N10 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.225 m	0.450 m	0.675 m	0.900 m
N10/N9	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{\min}}$	-0.229	-0.114	0.000	0.068	0.135
		$V_{z_{\max}}$	-0.135	-0.068	0.000	0.114	0.229
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	1.329	1.352	1.360	1.352	1.329
		$M_{y_{\max}}$	2.243	2.282	2.295	2.282	2.243
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 44. Esfuerzos sobre la barra N10/N9 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.125 m	0.250 m
N9/N11	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{\min}}$	0.475	0.512	0.550
		$V_{z_{\max}}$	0.801	0.865	0.928
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	1.329	1.268	1.201
		$M_{y_{\max}}$	2.243	2.139	2.027
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.125 m	0.250 m
		$Mz_{m\acute{a}x}$	0.000	0.000	0.000

Tabla 45. Esfuerzos sobre la barra N9/N11 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.217 m	0.433 m	0.650 m	0.867 m	1.083 m	1.300 m	
N11/N7	Acero laminado	$N_{m\acute{i}n}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$N_{m\acute{a}x}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{m\acute{i}n}}$	0.728	0.794	0.859	0.924	0.989	1.054	1.120	
		$V_{z_{m\acute{a}x}}$	1.229	1.339	1.449	1.559	1.669	1.779	1.889	
		$M_{t_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{t_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{y_{m\acute{i}n}}$	1.201	1.036	0.857	0.664	0.457	0.236	0.000	
		$M_{y_{m\acute{a}x}}$	2.027	1.749	1.447	1.121	0.771	0.397	0.000	
		$M_{z_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{z_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Tabla 46. Esfuerzos sobre la barra N11/N7 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.306 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N5/ N9	Acero laminado	$N_{m\acute{i}n}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$N_{m\acute{a}x}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{m\acute{i}n}}$	-0.528	-0.180	-0.169	-0.161	-0.146	0.122	0.126	0.135	0.339
		$V_{z_{m\acute{a}x}}$	-0.313	-0.107	-0.100	-0.096	-0.087	0.206	0.213	0.228	0.573
		$M_{t_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.095	0.128	0.148	0.186	0.148	0.122	0.068	0.000
		$M_{y_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.160	0.215	0.250	0.314	0.250	0.206	0.114	0.000
		$M_{z_{m\acute{i}n}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{m\acute{a}x}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 47. Esfuerzos sobre la barra N5/N9 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.306 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.306 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N6/ N10	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.528	-0.180	-0.169	-0.161	-0.146	0.122	0.126	0.135	0.339
		V _z _{máx}	-0.313	-0.107	-0.100	-0.096	-0.087	0.206	0.213	0.228	0.573
		M _t _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _y _{mín}	0.000	0.095	0.128	0.148	0.186	0.148	0.122	0.068	0.000
		M _y _{máx}	0.000	0.160	0.215	0.250	0.314	0.250	0.206	0.114	0.000
		M _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 48. Esfuerzos sobre la barra N6/N10 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.675 m	1.125 m	1.575 m	2.250 m	2.925 m	3.375 m	4.050 m	4.500 m
N11/ N13	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.301	-0.277	-0.058	-0.043	-0.019	-0.004	0.133	0.147	0.276
		V _z _{máx}	-0.178	-0.164	-0.035	-0.025	-0.011	0.013	0.224	0.248	0.466
		M _t _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _y _{mín}	0.000	0.116	0.167	0.180	0.192	0.195	0.187	0.093	0.000
		M _y _{máx}	0.000	0.195	0.281	0.304	0.325	0.329	0.316	0.157	0.000
		M _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 49. Esfuerzos sobre la barra N11/N13 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.675 m	1.125 m	1.575 m	2.250 m	2.925 m	3.375 m	4.050 m	4.500 m
N12/ 14	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.301	-0.277	-0.058	-0.043	-0.019	-0.004	0.133	0.147	0.276

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.675 m	1.125 m	1.575 m	2.250 m	2.925 m	3.375 m	4.050 m	4.500 m
		$V_{z_{máx}}$	-0.178	-0.164	-0.035	-0.025	-0.011	0.013	0.224	0.248	0.466
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	0.000	0.116	0.167	0.180	0.192	0.195	0.187	0.093	0.000
		$M_{y_{máx}}$	0.000	0.195	0.281	0.304	0.325	0.329	0.316	0.157	0.000
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 50. Esfuerzos sobre la barra N12/N14 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.090 m	0.291 m	0.693 m	1.094 m	1.295 m	1.697 m	1.898 m	2.299 m	2.500 m	
N4/ N8	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		$N_{máx}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	-0.259	-0.249	-0.235	-0.220	-0.213	-0.199	-0.195	-0.187	-0.183	
		$V_{z_{máx}}$	-0.154	-0.148	-0.139	-0.131	-0.126	-0.118	-0.111	-0.096	-0.089	
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	0.000	0.030	0.088	0.142	0.168	0.217	0.240	0.284	0.305	
		$M_{y_{máx}}$	0.000	0.051	0.148	0.239	0.283	0.366	0.405	0.479	0.514	
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 51. Esfuerzos sobre la barra N4/N8 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N8/N16	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.004	-0.004	-0.004
		$N_{máx}$	-0.002	-0.002	-0.002
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	1.018	1.024	1.029
		$V_{z_{máx}}$	1.719	1.727	1.736
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	0.305	0.039	-0.349
		$M_{y_{máx}}$	0.514	0.094	-0.207
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000

Tabla 52. Esfuerzos sobre la barra N8/N16 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.489 m	0.977 m	1.466 m	1.955 m	2.444 m	2.932 m	3.421 m	3.910 m
N16/ N3	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		$N_{máx}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	-0.159	-0.141	-0.124	-0.107	-0.089	-0.072	-0.060	-0.050	-0.038
		$V_{z_{máx}}$	-0.094	-0.084	-0.073	-0.063	-0.053	-0.043	-0.027	-0.010	0.011
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	-0.349	-0.276	-0.211	-0.159	-0.118	-0.081	-0.049	-0.022	0.000
		$M_{y_{máx}}$	-0.207	-0.164	-0.125	-0.087	-0.053	-0.027	-0.010	-0.001	0.000
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 53. Esfuerzos sobre la barra N16/N3 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.090 m	0.291 m	0.693 m	1.094 m	1.295 m	1.697 m	1.898 m	2.299 m	2.500 m
N1/ N7	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		$N_{máx}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	-0.259	-0.249	-0.235	-0.220	-0.213	-0.199	-0.195	-0.187	-0.183
		$V_{z_{máx}}$	-0.154	-0.148	-0.139	-0.131	-0.126	-0.118	-0.111	-0.096	-0.089
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	0.000	0.030	0.088	0.142	0.168	0.217	0.240	0.284	0.305
		$M_{y_{máx}}$	0.000	0.051	0.148	0.239	0.283	0.366	0.405	0.479	0.514
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 54. Esfuerzos sobre la barra N1/N7 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N7/N15	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.004	-0.004	-0.004
		$N_{máx}$	-0.002	-0.002	-0.002
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	1.018	1.024	1.029

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
		$V_{z_{máx}}$	1.719	1.727	1.736
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	0.305	0.039	-0.349
		$M_{y_{máx}}$	0.514	0.094	-0.207
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000

Tabla 55. Esfuerzos sobre la barra N7/N15 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.489 m	0.977 m	1.466 m	1.955 m	2.444 m	2.932 m	3.421 m	3.910 m
N15/ N2	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		$N_{máx}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	-0.159	-0.141	-0.124	-0.107	-0.089	-0.072	-0.060	-0.050	-0.038
		$V_{z_{máx}}$	-0.094	-0.084	-0.073	-0.063	-0.053	-0.043	-0.027	-0.010	0.011
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	-0.349	-0.276	-0.211	-0.159	-0.118	-0.081	-0.049	-0.022	0.000
		$M_{y_{máx}}$	-0.207	-0.164	-0.125	-0.087	-0.053	-0.027	-0.010	-0.001	0.000
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 56. Esfuerzos sobre la barra N15/N2 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.746 m	1.491 m	2.237 m	2.982 m	3.728 m	4.473 m	5.219 m	5.964 m
N17/ N4	Acero laminado	$N_{mín}$	-1.608	-1.557	-1.505	-1.454	-1.402	-1.350	-1.299	-1.247	-1.196
		$N_{máx}$	-0.953	-0.923	-0.892	-0.861	-0.831	-0.800	-0.770	-0.739	-0.709
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		$V_{z_{máx}}$	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	-0.002	-0.004	-0.007	-0.009	-0.012	-0.015	-0.018	-0.020	-0.023
		$M_{y_{máx}}$	0.000	-0.002	-0.004	-0.006	-0.007	-0.009	-0.010	-0.012	-0.014
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 57. Esfuerzos sobre la barra N17/N4 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.746 m	1.491 m	2.237 m	2.982 m	3.728 m	4.473 m	5.219 m	5.964 m
N22/ N1	Acero laminado	N _{mín}	-1.608	-1.557	-1.505	-1.454	-1.402	-1.350	-1.299	-1.247	-1.196
		N _{máx}	-0.953	-0.923	-0.892	-0.861	-0.831	-0.800	-0.770	-0.739	-0.709
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		V _z _{máx}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		M _t _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _y _{mín}	-0.002	-0.004	-0.007	-0.009	-0.012	-0.015	-0.018	-0.020	-0.023
		M _y _{máx}	0.000	-0.002	-0.004	-0.006	-0.007	-0.009	-0.010	-0.012	-0.014
		M _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 58. Esfuerzos sobre la barra N22/N1 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.732 m	1.464 m	2.195 m	2.927 m	3.659 m	4.391 m	5.122 m	5.854 m
N18/ N16	Acero laminado	N _{mín}	-2.308	-2.257	-2.206	-2.156	-2.105	-2.054	-2.004	-1.953	-1.903
		N _{máx}	-1.367	-1.337	-1.307	-1.277	-1.247	-1.217	-1.187	-1.157	-1.127
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		V _z _{máx}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		M _t _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _y _{mín}	-0.012	-0.011	-0.009	-0.008	-0.006	-0.005	-0.003	-0.002	0.000
		M _y _{máx}	-0.007	-0.006	-0.006	-0.005	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0.000
		M _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 59. Esfuerzos sobre la barra N18/N16 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.732 m	1.464 m	2.195 m	2.927 m	3.659 m	4.391 m	5.122 m	5.854 m
N21/ N15	Acero laminado	N _{mín}	-2.308	-2.257	-2.206	-2.156	-2.105	-2.054	-2.004	-1.953	-1.903
		N _{máx}	-1.367	-1.337	-1.307	-1.277	-1.247	-1.217	-1.187	-1.157	-1.127
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.732 m	1.464 m	2.195 m	2.927 m	3.659 m	4.391 m	5.122 m	5.854 m
		Vz _{mín}	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz _{máx}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.012	-0.011	-0.009	-0.008	-0.006	-0.005	-0.003	-0.002	0.000
		My _{máx}	-0.007	-0.006	-0.006	-0.005	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0.000
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 60. Esfuerzos sobre la barra N21/N15 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.746 m	1.491 m	2.237 m	2.982 m	3.728 m	4.473 m	5.219 m	5.964 m
N20/ N2	Acero laminado	N _{mín}	-1.540	-1.488	-1.437	-1.385	-1.334	-1.282	-1.230	-1.179	-1.127
		N _{máx}	-0.913	-0.882	-0.851	-0.821	-0.790	-0.760	-0.729	-0.699	-0.668
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz _{máx}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.012	-0.010	-0.009	-0.008	-0.007	-0.006	-0.005	-0.004	-0.003
		My _{máx}	-0.007	-0.006	-0.005	-0.005	-0.004	-0.002	-0.001	0.000	0.001
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 61. Esfuerzos sobre la barra N20/N2 de la estructura del soporte superior

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.746 m	1.491 m	2.237 m	2.982 m	3.728 m	4.473 m	5.219 m	5.964 m
N19/ N3	Acero laminado	N _{mín}	-1.540	-1.488	-1.437	-1.385	-1.334	-1.282	-1.230	-1.179	-1.127
		N _{máx}	-0.913	-0.882	-0.851	-0.821	-0.790	-0.760	-0.729	-0.699	-0.668
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz _{máx}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.012	-0.010	-0.009	-0.008	-0.007	-0.006	-0.005	-0.004	-0.003
		My _{máx}	-0.007	-0.006	-0.005	-0.005	-0.004	-0.002	-0.001	0.000	0.001

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.746 m	1.491 m	2.237 m	2.982 m	3.728 m	4.473 m	5.219 m	5.964 m
		Mz_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz_{\max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 62. Esfuerzos sobre la barra N19/N3 de la estructura del soporte superior

5.6. Resistencia

En este apartado se comprobará que todos los elementos de la estructura cumplen holgadamente con los requisitos. Esto es así ya que el inconveniente principal al que se hace frente no son tanto las cargas excesivas como la flecha y las grandes esbelteces de las vigas.

Así pues, mediante la tabla 63, se puede comprobar como todas las barras cumplen.

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)

V_y : Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

V_z : Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

M_t : Momento torsor (t·m)

M_y : Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

M_z : Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N3/N14	15.78	1.300	0.000	0.000	-0.703	0.000	1.201	0.000	G	Cumple
N14/N13	16.88	0.700	0.000	0.000	0.000	0.000	1.284	0.000	G	Cumple
N13/N2	15.78	0.000	0.000	0.000	0.703	0.000	1.201	0.000	G	Cumple
N4/N6	15.85	1.550	0.000	0.000	-0.620	0.000	1.206	0.000	G	Cumple
N6/N5	16.13	0.450	0.000	0.000	0.000	0.000	1.227	0.000	G	Cumple
N5/N1	15.85	0.000	0.000	0.000	0.620	0.000	1.206	0.000	G	Cumple
N8/N12	26.64	1.300	0.000	0.000	-1.229	0.000	2.027	0.000	G	Cumple
N12/N10	29.48	0.250	0.000	0.000	-0.801	0.000	2.243	0.000	G	Cumple
N10/N9	30.16	0.450	0.000	0.000	0.000	0.000	2.295	0.000	G	Cumple
N9/N11	29.48	0.000	0.000	0.000	0.801	0.000	2.243	0.000	G	Cumple
N11/N7	26.64	0.000	0.000	0.000	1.229	0.000	2.027	0.000	G	Cumple
N5/N9	4.23	1.304	0.000	0.000	-0.145	0.000	0.322	0.000	G	Cumple
N6/N10	4.23	1.304	0.000	0.000	-0.145	0.000	0.322	0.000	G	Cumple
N11/N13	4.33	2.700	0.000	0.000	-0.003	0.000	0.329	0.000	G	Cumple

Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N12/N14	4.33	2.700	0.000	0.000	-0.003	0.000	0.329	0.000	G	Cumple
N4/N8	6.76	2.500	-0.004	0.000	-0.171	0.000	0.514	0.000	G	Cumple
N8/N16	8.68	0.500	-0.004	0.000	1.736	0.000	-0.349	0.000	G	Cumple
N16/N3	4.60	0.000	-0.002	0.000	-0.159	0.000	-0.349	0.000	G	Cumple
N1/N7	6.76	2.500	-0.004	0.000	-0.171	0.000	0.514	0.000	G	Cumple
N7/N15	8.68	0.500	-0.004	0.000	1.736	0.000	-0.349	0.000	G	Cumple
N15/N2	4.60	0.000	-0.002	0.000	-0.159	0.000	-0.349	0.000	G	Cumple
N17/N4	2.95	0.000	-1.608	0.000	0.004	0.000	-0.001	0.000	G	Cumple
N22/N1	2.95	0.000	-1.608	0.000	0.004	0.000	-0.001	0.000	G	Cumple
N18/N16	4.28	0.000	-2.308	0.000	-0.002	0.000	-0.012	0.000	G	Cumple
N21/N15	4.28	0.000	-2.308	0.000	-0.002	0.000	-0.012	0.000	G	Cumple
N20/N2	2.87	0.000	-1.540	0.000	-0.002	0.000	-0.012	0.000	G	Cumple
N19/N3	2.87	0.000	-1.540	0.000	-0.002	0.000	-0.012	0.000	G	Cumple

Tabla 63. Resistencia de las barras de la estructura del soporte superior

5.7. Flechas

En este apartado se recogen las flechas en la estructura estudiada, Se analizarán tanto las flechas absolutas como las flechas relativas en función de la longitud de las barras.

Grupo	Flecha máxima absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xz	
	Posición (m)	Flecha (mm)
N3/N2	2.000	2.82
	2.000	L/(>1000)
N4/N1	2.000	2.59
	2.000	L/(>1000)

Grupo	Flecha máxima absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xz	
	Posición (m)	Flecha (mm)
N8/N7	2.000	4.92
	2.000	L/813.4
N5/N9	1.304	0.27
	1.304	L/(>1000)
N6/N10	1.304	0.27
	1.304	L/(>1000)
N11/N13	2.250	0.95
	2.250	L/(>1000)
N12/N14	2.250	0.95
	2.250	L/(>1000)
N4/N3	1.607	0.47
	1.607	L/(>1000)
N1/N2	1.607	0.47
	1.607	L/(>1000)
N17/N4	3.355	0.05
	3.355	L/(>1000)
N22/N1	3.355	0.05
	3.355	L/(>1000)
N18/N16	2.561	0.02
	2.561	L/(>1000)
N21/N15	2.561	0.02
	2.561	L/(>1000)
N20/N2	2.609	0.03
	2.609	L/(>1000)
N19/N3	2.609	0.03
	2.609	L/(>1000)

Tabla 64. Flechas en la estructura del soporte superior

A continuación, en la figura 9 se muestra gráficamente los resultados obtenidos anteriormente.

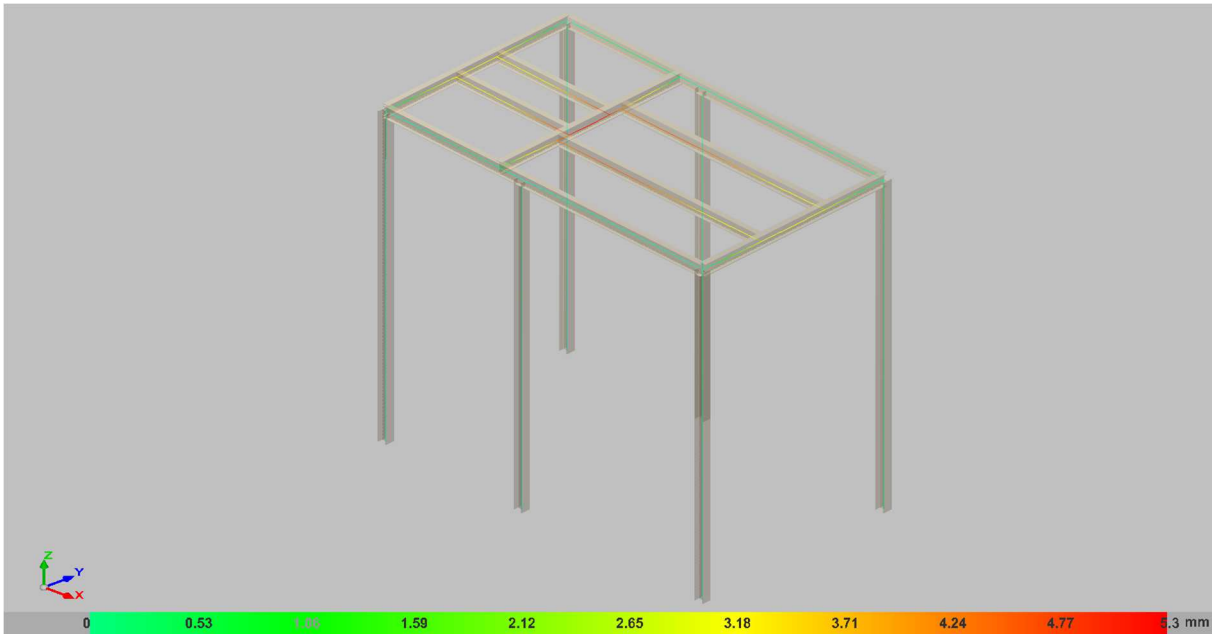


Figura 9. Flechas en la estructura del soporte superior

5.8. Tabla resumen de comprobaciones E.L.U.

En la siguiente tabla se resumen las comprobaciones realizadas según el CTE a estado límite último.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	ζ	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_z	V_z	V_Y	$M_Y V_z$	$M_z V_Y$	$N M_Y M_z$	$N M_Y M_z V_Y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_Y$	
N3/N14	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.217 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 1.3 m $\eta = 15.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 5.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.217 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 15.8$
N14/N13	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.7 m $\eta = 16.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 1.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 16.9$
N13/N2	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 15.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.3 m $\eta = 5.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 15.8$
N4/N6	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.194 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 1.55 m $\eta = 15.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 4.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 15.9$
N6/N5	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.45 m $\eta = 16.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 16.1$
N5/N1	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 15.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.55 m $\eta = 4.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 15.9$
N8/N12	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.217 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 1.3 m $\eta = 26.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 9.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.217 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 26.6$
N12/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.25 m $\eta = 29.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 4.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 29.5$
N10/N9	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.45 m $\eta = 30.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 1.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 30.2$
N9/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 29.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.25 m $\eta = 4.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 29.5$
N11/N7	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 26.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.3 m $\eta = 9.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 26.6$
N5/N9	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.208 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 1.304 m $\eta = 4.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.5 m $\eta = 2.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 4.2$
N6/N10	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.208 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 1.304 m $\eta = 4.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.5 m $\eta = 2.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.208 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 4.2$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_z	V_z	V_Y	$M_Y V_z$	$M_z V_Y$	$N_M Y M_z$	$N_M Y M_z V_Y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_Y$	
N11/N13	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.225 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.7 m $\eta = 4.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 4.5 m $\eta = 2.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.225 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 4.3$
N12/N14	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.225 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.7 m $\eta = 4.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 4.5 m $\eta = 2.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.225 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 4.3$
N4/N8	<input type="checkbox"/> $\lambda < 2.0$ Cumple	x: 0.091 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	x: 2.5 m $\eta = 6.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.09 m $\eta = 1.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.091 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.5 m $\eta = 6.8$	x: 0.091 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 6.8$
N8/N16	<input type="checkbox"/> $\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 6.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.5 m $\eta = 8.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 6.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 8.7$
N16/N3	<input type="checkbox"/> $\lambda < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 0.8$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 4.6$
N1/N7	<input type="checkbox"/> $\lambda < 2.0$ Cumple	x: 0.091 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	x: 2.5 m $\eta = 6.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.09 m $\eta = 1.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.091 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.5 m $\eta = 6.8$	x: 0.091 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 6.8$
N7/N15	<input type="checkbox"/> $\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 6.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.5 m $\eta = 8.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 6.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 8.7$
N15/N2	<input type="checkbox"/> $\lambda < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 0.8$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 4.6$
N17/N4	<input type="checkbox"/> $\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 2.9$	x: 5.964 m $\eta = 0.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 2.9$
N22/N1	<input type="checkbox"/> $\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 2.9$	x: 5.964 m $\eta = 0.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 2.9$
N18/N16	<input type="checkbox"/> $\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 4.2$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 4.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 4.3$
N21/N15	<input type="checkbox"/> $\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 4.2$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 4.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 4.3$
N20/N2	<input type="checkbox"/> $\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 2.9$
N19/N3	<input type="checkbox"/> $\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 2.9$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	ξ	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
<i>Notación:</i>																
ξ : Limitación de esbeltez																
λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida																
N_t : Resistencia a tracción																
N_c : Resistencia a compresión																
M_Y : Resistencia a flexión eje Y																
M_Z : Resistencia a flexión eje Z																
V_Z : Resistencia a corte Z																
V_Y : Resistencia a corte Y																
$M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados																
$M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados																
$N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados																
$N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados																
M_t : Resistencia a torsión																
$M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados																
$M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados																
x : Distancia al origen de la barra																
η : Coeficiente de aprovechamiento (%)																
N.P.: No procede																

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	ξ	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_z	V_z	V_Y	$M_Y V_z$	$M_z V_Y$	$N M_Y M_z$	$N M_Y M_z V_Y V_z$	M_t	$M_t V_z$	
<p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i></p> <p>(1) <i>La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</i></p> <p>(2) <i>La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</i></p> <p>(3) <i>La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</i></p> <p>(4) <i>La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</i></p> <p>(5) <i>La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</i></p> <p>(6) <i>No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i></p> <p>(7) <i>No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i></p> <p>(8) <i>No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i></p> <p>(9) <i>La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</i></p> <p>(10) <i>No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i></p>															

Tabla 65. Resumen de las comprobaciones realizadas en la estructura del soporte superior

6. ANÁLISIS ESTRUCTURA INFERIOR ESCALERAS

En este apartado se estudiará la estructura inferior de las escaleras, en la figura 10 se puede observar la ubicación de los nodos y barras de la estructura a los que se harán referencia durante este apartado.

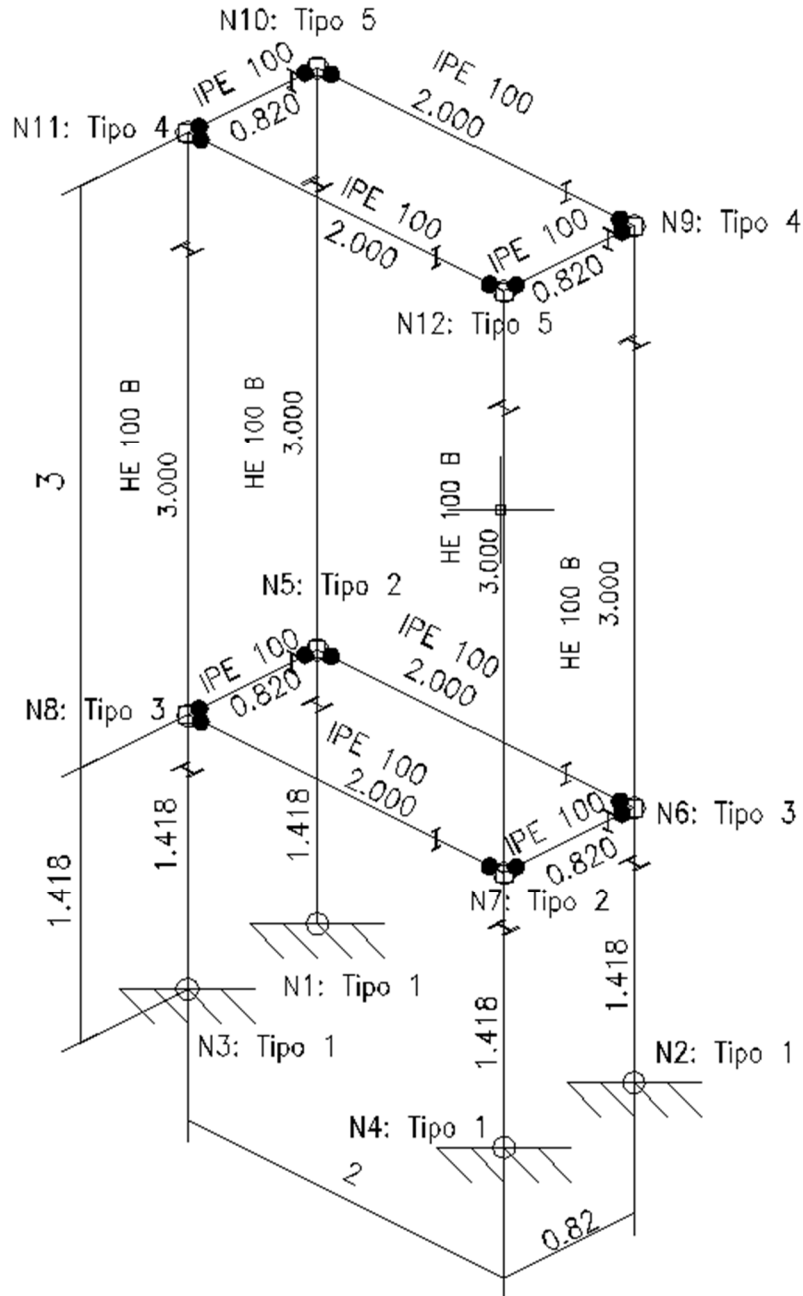


Figura 10. Estructura inferior de las escaleras

6.1. Geometría

6.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	2.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N3	0.000	-0.820	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	2.000	-0.820	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N5	0.000	0.000	1.418	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	2.000	0.000	1.418	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	2.000	-0.820	1.418	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	0.000	-0.820	1.418	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	2.000	0.000	4.418	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	0.000	0.000	4.418	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	-0.820	4.418	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	2.000	-0.820	4.418	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Tabla 66. Nudos de la estructura inferior de las escaleras

6.1.2. Barras

6.1.2.1. Materiales utilizados

Material		E	v	G	f _y	α _t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672,8	0,300	825688,1	2803,3	0,000012	7,850
<p><i>Notación:</i></p> <p><i>E: Módulo de elasticidad</i></p> <p><i>v: Módulo de Poisson</i></p> <p><i>G: Módulo de cortadura</i></p> <p><i>f_y: Límite elástico</i></p> <p><i>α_t: Coeficiente de dilatación</i></p> <p><i>γ: Peso específico</i></p>							

Tabla 67. Materiales utilizados en la estructura inferior de las escaleras

6.1.2.2. Descripción

Material		Barra (Ni/Nf)	Perfil (Serie)
Tipo	Designación		
Acero laminado	S275	N8/N7	IPE 100 (IPE)
		N7/N6	IPE 100 (IPE)
		N5/N6	IPE 100 (IPE)
		N8/N5	IPE 100 (IPE)
		N11/N12	IPE 100 (IPE)
		N12/N9	IPE 100 (IPE)
		N10/N9	IPE 100 (IPE)
		N11/N10	IPE 100 (IPE)
		N1/N5	HE 100 B (HEB)
		N5/N10	HE 100 B (HEB)

Material		Barra (Ni/Nf)	Perfil (Serie)
Tipo	Designación		
		N2/N6	HE 100 B (HEB)
		N6/N9	HE 100 B (HEB)
		N4/N7	HE 100 B (HEB)
		N7/N12	HE 100 B (HEB)
		N3/N8	HE 100 B (HEB)
		N8/N11	HE 100 B (HEB)

Tabla 68. Descripción del material y las barras de la estructura inferior de las escaleras con sus perfiles correspondientes

6.1.2.3. Características mecánicas

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 100, (IPE)	10.30	4.70	3.27	171.00	15.90	1.20
		2	HE 100 B, (HEB)	26.00	15.00	4.32	449.50	167.30	9.25

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
I_t: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Tabla 69. Características mecánicas de los materiales utilizados en la estructura inferior de las escaleras

6.2. Cargas

Las cargas aplicadas sobre la estructura se resumen en la tabla 70, el valor de las cargas se indica bajo la letra P, mientras que, en el caso de las cargas puntuales, la letra L indicará la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga.

Las cargas de faja pertenecientes a la hipótesis de cargas muertas CM1, se resumen en una carga de 100 kg/m² sobre la superficie de cada uno de los descansos de la estructura de la escalera.

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores	Posición	Dirección			
			P1	L1 (m)	Ejes	X	Y	Z
N8/N7	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	CM 1	Puntual	0.740	0.420	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	CM 1	Puntual	0.740	0.670	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	CM 1	Puntual	0.740	1.330	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	CM 1	Puntual	0.740	1.580	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	CM 1	Uniforme	0.041	0.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N6	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	CM 1	Uniforme	0.041	0.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N5	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	CM 1	Puntual	0.740	0.420	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	CM 1	Puntual	0.740	0.670	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	CM 1	Puntual	0.740	1.330	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	CM 1	Puntual	0.740	1.580	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	CM 1	Uniforme	0.041	0.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N9	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N9	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores	Posición	Dirección			
			P1	L1 (m)	Ejes	X	Y	Z
N10/N9	CM 1	Uniforme	0.041	0.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N10	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N5	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N10	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N9	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N7	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N12	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N8	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N11	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Tabla 70. Cargas aplicadas en la estructura inferior de las escaleras

En la figura 11 se puede apreciar la distribución de cargas en la estructura. Se dividen entre el peso propio de cada uno de los elementos de la estructura, 4 cargas puntuales en un lateral de cada descanso que simulan la carga inducida por cada uno de los pernos de las escaleras y una carga distribuida de 100 kg/m^2 en cada uno de los descansos.

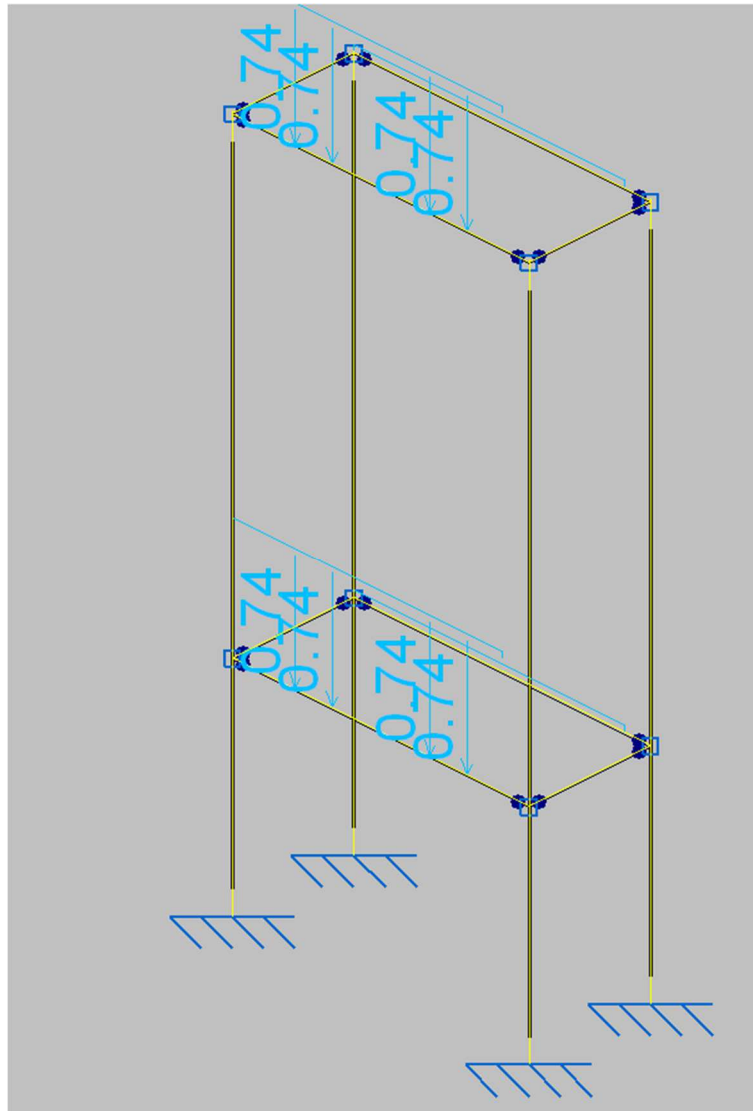


Figura 11. Cargas aplicadas en la estructura inferior de las escaleras

6.3. Desplazamientos

En este apartado se obtendrán los desplazamientos totales de la estructura debidos a todas las hipótesis de carga consideradas. Dichos valores se muestran como desplazamientos en cada nudo en la tabla 71.

Referencia	Combinación	Desplazamientos en ejes globales
------------	-------------	----------------------------------

	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N3	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N4	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N5	Desplazamientos	PP+CM1	0.004	0.000	-0.005	-	-	-
N6	Desplazamientos	PP+CM1	0.004	0.000	-0.004	-	-	-
N7	Desplazamientos	PP+CM1	0.004	0.000	-0.080	-	-	-
N8	Desplazamientos	PP+CM1	0.003	0.000	-0.080	-	-	-
N9	Desplazamientos	PP+CM1	0.027	0.000	-0.008	-	-	-
N10	Desplazamientos	PP+CM1	0.027	0.000	-0.009	-	-	-
N11	Desplazamientos	PP+CM1	0.029	0.000	-0.164	-	-	-
N12	Desplazamientos	PP+CM1	0.026	0.000	-0.164	-	-	-

Tabla 71. Desplazamientos de los nodos en la estructura inferior de las escaleras

6.4. Reacciones

En este apartado se analizarán las reacciones del terreno con respecto a la estructura, para ello, se añadirá la tabla 72 en la que se podrán ver los resultados obtenidos a través del programa Cype Ingenieros.

Así pues, se estudiarán los nudos 1, 2, 3 y 4 ya que son los nudos que están en contacto con la cimentación. Además, se encuentran empotrados por lo que las reacciones no solo serán cargas sino que también habrá momentos.

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

M_x, M_y, M_z : Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	R _x (t)	R _y (t)	R _z (t)	M _x (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)
N1	Reacción en el nodo 1	PP+CM1	0.001	0.000	0.195	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	0.001	0.000	0.311	0.000	0.000	0.000
N2	Reacción en el nodo 2	PP+CM1	-0.001	0.000	0.181	0.000	-0.001	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	-0.001	0.000	0.289	0.000	-0.001	0.000
N3	Reacción en el nodo 3	PP+CM1	0.029	0.000	3.155	0.000	0.012	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	0.046	0.000	5.047	0.000	0.020	0.000
N4	Reacción en el nodo 4	PP+CM1	-0.029	0.000	3.141	0.000	-0.013	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	-0.046	0.000	5.025	0.000	-0.021	0.000

Tabla 72. Reacciones del hormigón sobre la estructura inferior de las escaleras

En la figura 12 se muestra el valor y la localización de los esfuerzos y los momentos en los nudos estudiados.

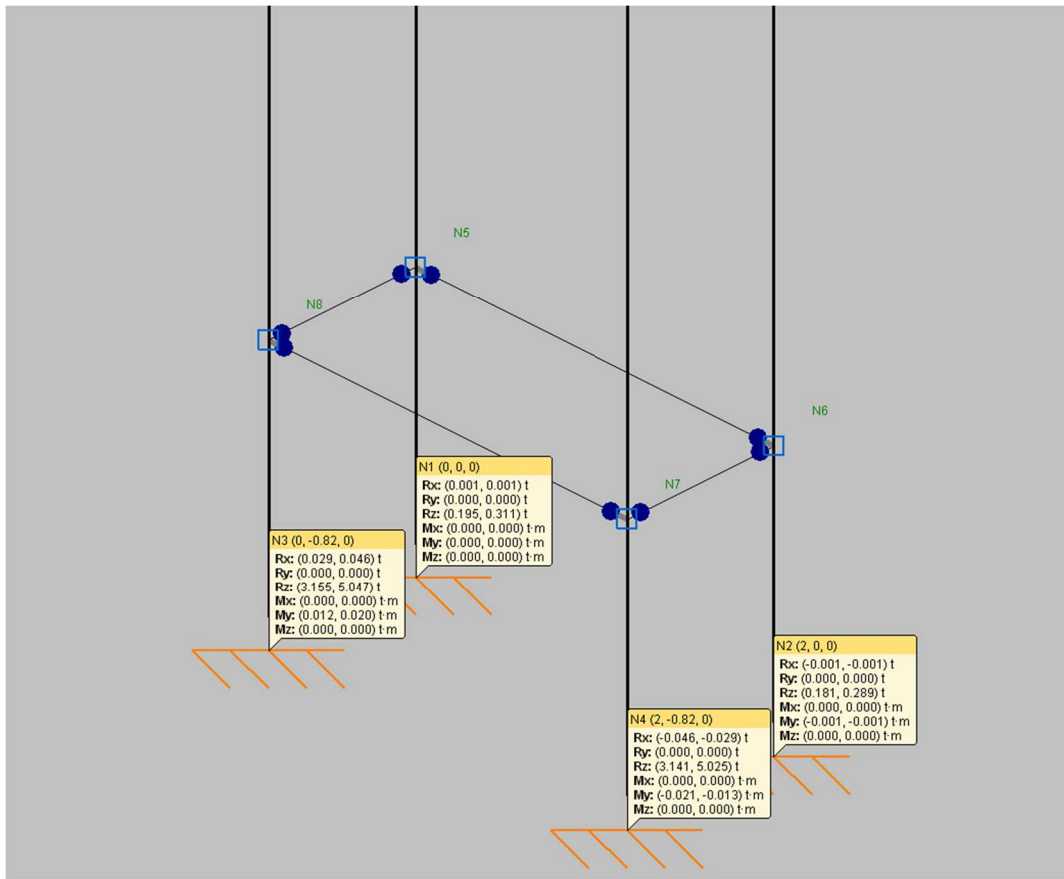


Figura 12. Reacciones del hormigón sobre la estructura inferior de las escaleras

6.5. Esfuerzos

En este apartado se listarán los esfuerzos en las barras a lo largo de la longitud de las mismas:

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.050 m	0.240 m	0.430 m	0.810 m	1.000 m	1.190 m	1.570 m	1.760 m	1.950 m
N8/ N7	Acero laminado	N _{mín}	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
		N _{máx}	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-2.064	-2.048	-1.037	-0.012	0.000	0.008	0.615	1.214	1.218
		V _z _{máx}	-1.223	-1.214	-0.614	-0.007	0.000	0.013	1.037	2.049	2.055
		M _t _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _y _{mín}	0.000	0.231	0.455	0.603	0.604	0.603	0.455	0.231	0.000

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.050 m	0.240 m	0.430 m	0.810 m	1.000 m	1.190 m	1.570 m	1.760 m	1.950 m
		$My_{m\acute{a}x}$	0.000	0.390	0.768	1.018	1.019	1.017	0.768	0.390	0.000
		$Mz_{m\acute{i}n}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Mz_{m\acute{a}x}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 73. Esfuerzos sobre la barra N8/N7 de la estructura inferior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.205 m	0.410 m	0.615 m	0.820 m
N7/N6	Acero laminado	$N_{m\acute{i}n}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$N_{m\acute{a}x}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vy_{m\acute{i}n}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vy_{m\acute{a}x}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vz_{m\acute{i}n}$	-0.004	-0.002	0.000	0.001	0.003
		$Vz_{m\acute{a}x}$	-0.003	-0.001	0.000	0.002	0.004
		$Mt_{m\acute{i}n}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Mt_{m\acute{a}x}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$My_{m\acute{i}n}$	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
		$My_{m\acute{a}x}$	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000
		$Mz_{m\acute{i}n}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Mz_{m\acute{a}x}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 74. Esfuerzos sobre la barra N7/N6 de la estructura inferior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.050 m	0.240 m	0.430 m	0.810 m	1.000 m	1.190 m	1.570 m	1.760 m	1.950 m
N5/ N6	Acero laminado	$N_{m\acute{i}n}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$N_{m\acute{a}x}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vy_{m\acute{i}n}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vy_{m\acute{a}x}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vz_{m\acute{i}n}$	0.039	0.030	0.022	0.007	0.000	-0.013	-0.038	-0.051	-0.057
		$Vz_{m\acute{a}x}$	0.066	0.050	0.038	0.012	0.000	-0.008	-0.023	-0.030	-0.034
		$Mt_{m\acute{i}n}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Mt_{m\acute{a}x}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$My_{m\acute{i}n}$	0.000	-0.011	-0.019	-0.029	-0.030	-0.028	-0.019	-0.010	0.000
		$My_{m\acute{a}x}$	0.000	-0.006	-0.011	-0.017	-0.018	-0.017	-0.011	-0.006	0.000
		$Mz_{m\acute{i}n}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Mz_{m\acute{a}x}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 75. Esfuerzos sobre la barra N5/N6 de la estructura inferior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra
-------	---------------------	----------	------------------------

			0.000 m	0.205 m	0.410 m	0.615 m	0.820 m
N8/N5	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$N_{\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\text{mín}}$	0.003	0.001	0.000	-0.002	-0.004
		$V_{z\text{máx}}$	0.004	0.002	0.000	-0.001	-0.003
		$M_{t\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\text{mín}}$	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	0.000
		$M_{y\text{máx}}$	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000
		$M_{z\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 76. Esfuerzos sobre la barra N8/N5 de la estructura inferior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.050 m	0.240 m	0.430 m	0.810 m	1.000 m	1.190 m	1.570 m	1.760 m	1.950 m
N11/ N12	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056
		$N_{\text{máx}}$	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033
		$V_{y\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\text{mín}}$	-2.064	-2.048	-1.037	-0.012	0.000	0.008	0.615	1.214	1.218
		$V_{z\text{máx}}$	-1.223	-1.214	-0.614	-0.007	0.000	0.013	1.037	2.049	2.055
		$M_{t\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\text{mín}}$	0.000	0.231	0.455	0.603	0.604	0.603	0.455	0.231	0.000
		$M_{y\text{máx}}$	0.000	0.390	0.768	1.018	1.019	1.017	0.768	0.390	0.000
		$M_{z\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 77. Esfuerzos sobre la barra N11/N12 de la estructura inferior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.205 m	0.410 m	0.615 m	0.820 m
N12/N9	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$N_{\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\text{mín}}$	-0.004	-0.002	0.000	0.001	0.003
		$V_{z\text{máx}}$	-0.003	-0.001	0.000	0.002	0.004
		$M_{t\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\text{mín}}$	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.205 m	0.410 m	0.615 m	0.820 m
		$M_{y_{máx}}$	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 78. Esfuerzos sobre la barra N12/N9 de la estructura inferior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.050 m	0.240 m	0.430 m	0.810 m	1.000 m	1.190 m	1.570 m	1.760 m	1.950 m
N10/ N9	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		$N_{máx}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	-0.066	-0.050	-0.038	-0.012	0.000	0.008	0.023	0.030	0.034
		$V_{z_{máx}}$	-0.039	-0.030	-0.022	-0.007	0.000	0.013	0.038	0.051	0.057
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	0.000	0.006	0.011	0.017	0.018	0.017	0.011	0.006	0.000
		$M_{y_{máx}}$	0.000	0.011	0.019	0.029	0.030	0.028	0.019	0.010	0.000
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 79. Esfuerzos sobre la barra N10/N9 de la estructura inferior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.205 m	0.410 m	0.615 m	0.820 m
N11/N10	Acero laminado	$N_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$N_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	-0.004	-0.002	0.000	0.001	0.003
		$V_{z_{máx}}$	-0.003	-0.001	0.000	0.002	0.004
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
		$M_{y_{máx}}$	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 80. Esfuerzos sobre la barra N11/N10 de la estructura inferior de las escaleras

Barra	Tipo de	Esfuerzo	Posiciones en la barra
-------	---------	----------	------------------------

	combinación		0.000	0.177	0.354	0.532	0.709	0.886	1.063	1.241	1.418	
			m	m	m	m	m	m	m	m	m	
N1/ N5	Acero laminado	N _{mín}	-0.263	-0.258	-0.253	-0.248	-0.243	-0.238	-0.233	-0.229	-0.224	
		N _{máx}	-0.156	-0.153	-0.150	-0.147	-0.144	-0.141	-0.138	-0.135	-0.133	
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		V _z _{máx}	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		M _t _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002
		M _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		M _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 81. Esfuerzos sobre la barra N1/N5 de la estructura inferior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000	0.429	0.857	1.071	1.500	1.929	2.357	2.571	3.000	
			m	m	m	m	m	m	m	m	m	
N5/ N10	Acero laminado	N _{mín}	-0.153	-0.141	-0.130	-0.124	-0.112	-0.100	-0.088	-0.082	-0.070	
		N _{máx}	-0.091	-0.084	-0.077	-0.073	-0.066	-0.059	-0.052	-0.049	-0.042	
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		V _z _{máx}	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		M _t _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _t _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _y _{mín}	0.001	0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.003
		M _y _{máx}	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002
		M _z _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M _z _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 82. Esfuerzos sobre la barra N5/N10 de la estructura inferior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000	0.177	0.354	0.532	0.709	0.886	1.063	1.241	1.418	
			m	m	m	m	m	m	m	m	m	
N2/ N6	Acero laminado	N _{mín}	-0.244	-0.239	-0.234	-0.229	-0.224	-0.219	-0.214	-0.210	-0.205	
		N _{máx}	-0.144	-0.142	-0.139	-0.136	-0.133	-0.130	-0.127	-0.124	-0.121	
		V _y _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _y _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z _{mín}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		V _z _{máx}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		M _t _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.177 m	0.354 m	0.532 m	0.709 m	0.886 m	1.063 m	1.241 m	1.418 m
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.001	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{máx}	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 83. Esfuerzos sobre la barra N2/N6 de la estructura inferior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m
N6/ N9	Acero laminado	N _{mín}	-0.144	-0.132	-0.120	-0.114	-0.102	-0.091	-0.079	-0.073	-0.061
		N _{máx}	-0.085	-0.078	-0.071	-0.068	-0.061	-0.054	-0.047	-0.043	-0.036
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz _{máx}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.002	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001
		My _{máx}	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.003
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 84. Esfuerzos sobre la barra N6/N9 de la estructura inferior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.177 m	0.354 m	0.532 m	0.709 m	0.886 m	1.063 m	1.241 m	1.418 m
N4/ N7	Acero laminado	N _{mín}	-4.240	-4.235	-4.230	-4.225	-4.220	-4.215	-4.210	-4.206	-4.201
		N _{máx}	-2.512	-2.510	-2.507	-2.504	-2.501	-2.498	-2.495	-2.492	-2.489
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039
		Vz _{máx}	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.017	-0.010	-0.004	0.002	0.006	0.010	0.014	0.018	0.022
		My _{máx}	-0.010	-0.006	-0.002	0.003	0.010	0.017	0.024	0.031	0.038
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 85. Esfuerzos sobre la barra N4/N7 de la estructura inferior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m
N7/ N12	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.142	-2.130	-2.118	-2.112	-2.100	-2.089	-2.077	-2.071	-2.059
		$N_{máx}$	-1.269	-1.262	-1.255	-1.252	-1.245	-1.238	-1.231	-1.227	-1.220
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056
		$V_{z_{máx}}$	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	-0.065	-0.041	-0.017	-0.005	0.011	0.025	0.040	0.047	0.061
		$M_{y_{máx}}$	-0.039	-0.024	-0.010	-0.003	0.019	0.043	0.067	0.079	0.103
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 86. Esfuerzos sobre la barra N7/N12 de la estructura inferior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.177 m	0.354 m	0.532 m	0.709 m	0.886 m	1.063 m	1.241 m	1.418 m
N3/ N8	Acero laminado	$N_{mín}$	-4.259	-4.254	-4.249	-4.244	-4.239	-4.234	-4.229	-4.225	-4.220
		$N_{máx}$	-2.524	-2.521	-2.518	-2.515	-2.512	-2.509	-2.506	-2.503	-2.501
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023
		$V_{z_{máx}}$	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	0.010	0.006	0.002	-0.004	-0.011	-0.018	-0.025	-0.032	-0.039
		$M_{y_{máx}}$	0.016	0.010	0.003	-0.002	-0.007	-0.011	-0.015	-0.019	-0.023
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 87. Esfuerzos sobre la barra N3/87 de la estructura inferior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m
N8/ N11	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.151	-2.139	-2.128	-2.122	-2.110	-2.098	-2.086	-2.080	-2.068
		$N_{máx}$	-1.275	-1.268	-1.261	-1.257	-1.250	-1.243	-1.236	-1.233	-1.226
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
		$V_{z_{máx}}$	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	0.038	0.024	0.010	0.003	-0.019	-0.043	-0.067	-0.079	-0.103
		$M_{y_{\max}}$	0.065	0.041	0.017	0.005	-0.011	-0.026	-0.040	-0.047	-0.061
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 88. Esfuerzos sobre la barra N8/N11 de la estructura inferior de las escaleras

6.6. Resistencia

En este apartado se comprobará que todos los elementos de la estructura cumplen con los requisitos.

Así pues, mediante la tabla 89, se puede comprobar como todas las barras cumplen.

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)

V_y : Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

V_z : Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

M_t : Momento torsor (t·m)

M_y : Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

M_z : Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N8/N7	96.90	1.000	0.017	0.000	0.000	0.000	1.019	0.000	G	Cumple
N7/N6	0.09	0.410	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	G	Cumple
N5/N6	2.82	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.030	0.000	G	Cumple
N8/N5	0.09	0.410	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	G	Cumple
N11/N12	97.15	1.000	-0.056	0.000	0.000	0.000	1.019	0.000	G	Cumple
N12/N9	0.09	0.410	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	G	Cumple
N10/N9	2.83	1.000	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.030	0.000	G	Cumple
N11/N10	0.09	0.410	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	G	Cumple
N1/N5	0.50	0.000	-0.263	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N5/N10	0.64	0.000	-0.153	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	G	Cumple
N2/N6	0.48	0.000	-0.244	0.000	-0.001	0.000	-0.001	0.000	G	Cumple
N6/N9	0.62	0.000	-0.144	0.000	-0.002	0.000	-0.002	0.000	G	Cumple
N4/N7	8.79	1.418	-4.201	0.000	-0.039	0.000	0.038	0.000	G	Cumple
N7/N12	10.43	3.000	-2.059	0.000	-0.056	0.000	0.103	0.000	G	Cumple
N3/N8	8.85	1.418	-4.220	0.000	0.039	0.000	-0.039	0.000	G	Cumple
N8/N11	10.48	3.000	-2.068	0.000	0.056	0.000	-0.103	0.000	G	Cumple

Tabla 89. Resistencia de las barras de la estructura inferior de las escaleras

6.7. Flechas

En este apartado se recogen las flechas en la estructura estudiada, Se analizarán tanto las flechas absolutas como las flechas relativas en función de la longitud de las barras.

Grupo	Flecha máxima absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xz	
	Posición (m)	Flecha (mm)
N8/N7	0.950	8.56
	0.950	L/221.9
N7/N6	0.410	0.00
	0.410	L/(>1000)
N5/N6	0.950	0.23
	0.950	L/(>1000)
N8/N5	0.410	0.00
	0.410	L/(>1000)
N11/N12	0.950	8.56
	0.950	L/221.9
N12/N9	0.410	0.00
	0.410	L/(>1000)
N10/N9	0.950	0.23
	0.950	L/(>1000)
N11/N10	0.410	0.00
	0.410	L/(>1000)
N1/N10	3.347	0.01
	3.347	L/(>1000)
N2/N9	1.632	0.01
	3.775	L/(>1000)
N4/N12	3.561	0.22
	3.561	L/(>1000)
N3/N11	3.561	0.22
	3.561	L/(>1000)

Tabla 90. Flechas en la estructura inferior de las escaleras

A continuación, en la figura 13 se muestra gráficamente los resultados obtenidos anteriormente.

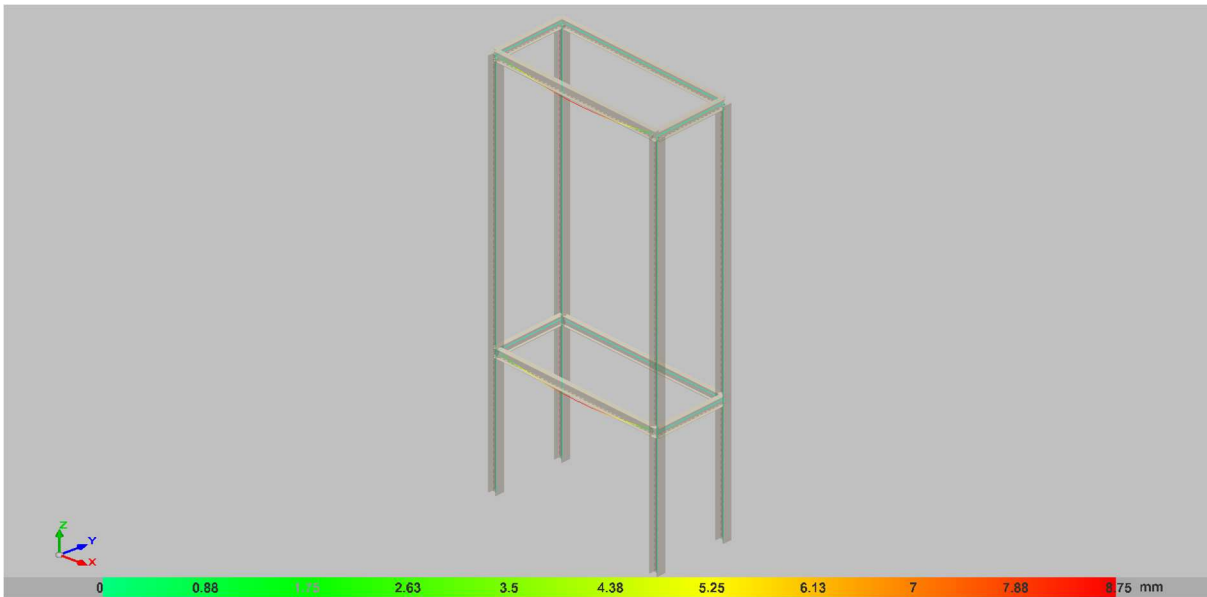


Figura 13. Flechas en la estructura inferior de las escaleras

6.8. Tabla resumen de comprobaciones E.L.U.

En la siguiente tabla se resumen las comprobaciones realizadas según el CTE a estado límite último.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N8/N7	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.052 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1 m $\eta = 96.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta = 32.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.052 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 1 m $\eta = 96.9$	x: 0.052 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 96.9$
N7/N6	N.P. ⁽⁷⁾	x: 0.205 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.41 m $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.1$
N5/N6	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.24 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1 m $\eta = 2.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta = 1.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.24 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 1 m $\eta = 2.8$	x: 0.24 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 2.8$
N8/N5	N.P. ⁽⁷⁾	x: 0.205 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.41 m $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.1$
N11/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.052 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	$\eta = 0.8$	x: 1 m $\eta = 96.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta = 32.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.052 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 1 m $\eta = 97.1$	x: 0.052 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 97.1$
N12/N9	N.P. ⁽⁷⁾	x: 0.205 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.41 m $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.1$
N10/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.24 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	$\eta < 0.1$	x: 1 m $\eta = 2.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta = 1.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.24 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 1 m $\eta = 2.8$	x: 0.24 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 2.8$
N11/N10	N.P. ⁽⁷⁾	x: 0.205 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.41 m $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.1$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N1/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.177 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 1.418 m $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.177 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.177 m $\eta = 0.5$	x: 0.177 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.5$
N5/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 3 m $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.6$
N2/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.5$
N6/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 3 m $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.6$
N4/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 0 m $\eta = 8.0$	x: 1.418 m $\eta = 1.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.418 m $\eta = 8.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 8.8$
N7/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 0 m $\eta = 8.5$	x: 3 m $\eta = 3.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 10.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 10.4$
N3/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 0 m $\eta = 8.1$	x: 1.418 m $\eta = 1.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.418 m $\eta = 8.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 8.9$
N8/N11	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 0 m $\eta = 8.5$	x: 3 m $\eta = 3.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 10.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 10.5$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	
<p><i>Notación:</i></p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez</p> <p>λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_Y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_Z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_Z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_Y: Resistencia a corte Y</p> <p>$M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>$M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>$N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>$N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>$M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>$M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>															

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	
<i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i>															
<i>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</i>															
<i>(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</i>															
<i>(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</i>															
<i>(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i>															
<i>(5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</i>															
<i>(6) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i>															
<i>(7) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</i>															
<i>(8) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</i>															
<i>(9) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i>															
<i>(10) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i>															

Tabla 91. Resumen de las comprobaciones realizadas en la estructura inferior de las escaleras

7. ANÁLISIS ESTRUCTURA ESCALERAS SUPERIOR

En este apartado se estudiará la estructura superior de las escaleras, en la figura 14 se puede observar la ubicación de los nodos y barras de la estructura a los que se harán referencia durante este apartado.

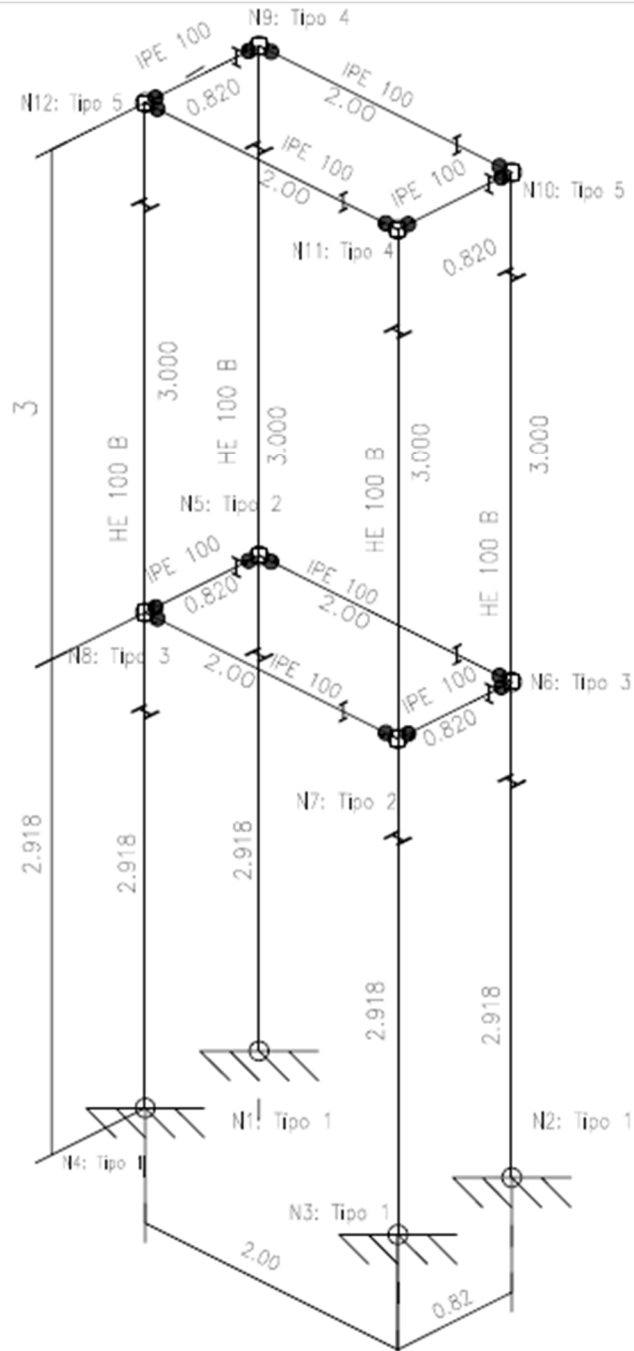


Figura 14. Estructura superior de las escaleras

7.1. Geometría

7.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	2.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N3	2.000	-0.820	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	-0.820	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N5	0.000	0.000	2.918	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	2.000	0.000	2.918	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	2.000	-0.820	2.918	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	0.000	-0.820	2.918	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	0.000	0.000	5.918	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	2.000	0.000	5.918	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	2.000	-0.820	5.918	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	0.000	-0.820	5.918	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Tabla 92. Nudos de la estructura inferior de las escaleras

7.1.2. Barras

7.1.2.1. Materiales utilizados

Material		E	v	G	f _y	α _t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672,8	0,300	825688,1	2803,3	0,000012	7,850
<p><i>Notación:</i></p> <p><i>E: Módulo de elasticidad</i></p> <p><i>v: Módulo de Poisson</i></p> <p><i>G: Módulo de cortadura</i></p> <p><i>f_y: Límite elástico</i></p> <p><i>α_t: Coeficiente de dilatación</i></p> <p><i>γ: Peso específico</i></p>							

Tabla 93. Materiales utilizados en la estructura superior de las escaleras.

7.1.2.2. Descripción

Material		Barra (Ni/Nf)	Perfil (Serie)
Tipo	Designación		
Acero laminado	S275	N1/N5	HE 100 B (HEB)
		N5/N9	HE 100 B (HEB)
		N2/N6	HE 100 B (HEB)
		N6/N10	HE 100 B (HEB)
		N3/N7	HE 100 B (HEB)
		N7/N11	HE 100 B (HEB)
		N4/N8	HE 100 B (HEB)
		N8/N12	HE 100 B (HEB)
		N5/N6	IPE 100 (IPE)

Material		Barra (Ni/Nf)	Perfil (Serie)
Tipo	Designación		
		N7/N6	IPE 100 (IPE)
		N8/N7	IPE 100 (IPE)
		N8/N5	IPE 100 (IPE)
		N9/N10	IPE 100 (IPE)
		N11/N10	IPE 100 (IPE)
		N12/N11	IPE 100 (IPE)
		N12/N9	IPE 100 (IPE)

Tabla 94. Descripción del material y las barras de la estructura superior de las escaleras con sus perfiles correspondientes

7.1.2.3. Características mecánicas

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 100, (IPE)	10.30	4.70	3.27	171.00	15.90	1.20
		2	HE 100 B, (HEB)	26.00	15.00	4.32	449.50	167.30	9.25

Notación:

Ref.: Referencia

A: Área de la sección transversal

A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'

A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'

I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'

I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'

I_t: Inercia a torsión

Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Tabla 95. Características mecánicas de los materiales utilizados

7.2. Cargas

Las cargas aplicadas sobre la estructura se resumen en la tabla 96, el valor de las cargas se indica bajo la letra P, mientras que, en el caso de las cargas puntuales, la letra L indicará la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga.

Las cargas de faja pertenecientes a la hipótesis de cargas muertas CM1, se resumen en una carga de 100 kg/m² sobre la superficie de cada uno de los descansos de la estructura de la escalera.

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores	Posición	Dirección			
			P1	L1 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N5	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N9	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N10	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N7	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N11	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N8	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N12	Peso propio	Uniforme	0.020	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N6	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N6	CM 1	Uniforme	0.100	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	CM 1	Puntual	0.740	0.420	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	CM 1	Puntual	0.740	0.670	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	CM 1	Puntual	0.740	1.580	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	CM 1	Puntual	0.740	1.330	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N5	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N5	CM 1	Uniforme	0.100	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores	Posición	Dirección			
			P1	L1 (m)	Ejes	X	Y	Z
N9/N10	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N10	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N10	CM 1	Uniforme	0.100	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N11	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N11	CM 1	Puntual	0.740	1.580	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N11	CM 1	Puntual	0.740	1.330	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N9	Peso propio	Uniforme	0.008	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N9	CM 1	Uniforme	0.100	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Tabla 96. Cargas aplicadas en la estructura superior de las escaleras

En la figura 15 se puede apreciar la distribución de cargas en la estructura. Se dividen entre el peso propio de cada uno de los elementos de la estructura, 4 cargas puntuales en un lateral del descanso inferior y 2 cargas puntuales en el lateral del descanso superior que simulan la carga inducida por cada uno de los pernos de las escaleras y una carga distribuida de 100 kg/m^2 en cada uno de los descansos.

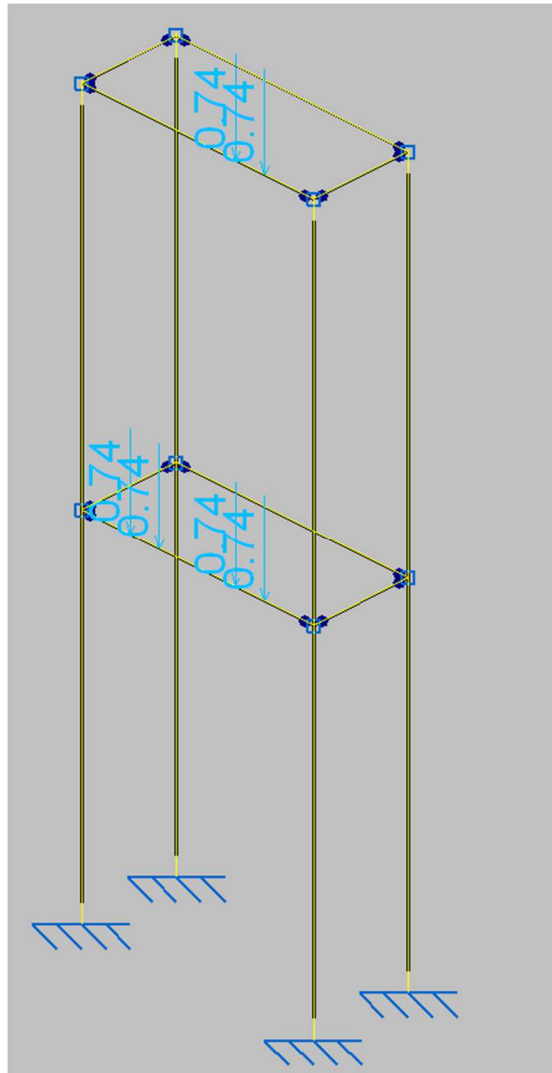


Figura 15. Cargas aplicadas en la estructura inferior de las escaleras

7.3. Desplazamientos

En este apartado se obtendrán los desplazamientos totales de la estructura debidos a todas las hipótesis de carga consideradas. Dichos valores se muestran como desplazamientos en cada nudo en la tabla 97.

Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N2	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N3	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N4	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N5	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-0.010	-	-	-
N6	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-0.010	-	-	-
N7	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-0.140	-	-	-
N8	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-0.105	-	-	-
N9	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-0.015	-	-	-
N10	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-0.015	-	-	-
N11	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-0.203	-	-	-
N12	Desplazamientos	PP+CM1	0.000	0.000	-0.131	-	-	-

Tabla 97. Desplazamientos de los nodos en la estructura superior de las escaleras

7.4. Reacciones

En este apartado se analizarán las reacciones del terreno con respecto a la estructura, para ello, se añadirá la tabla 98 en la que se podrán ver los resultados obtenidos a través del programa Cype Ingenieros.

Así pues, se estudiarán los nudos 1, 2, 3 y 4 ya que son los nudos que están en contacto con la cimentación. Además, se encuentran empotrados por lo que las reacciones no solo serán cargas sino que también habrá momentos.

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

M_x, M_y, M_z : Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	R _x (t)	R _y (t)	R _z (t)	M _x (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)
N1	Reacción en el nodo 1	PP+CM1	0.000	0.000	0.226	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	0.000	-0.001	0.361	0.000	0.000	0.000
N2	Reacción en el nodo 2	PP+CM1	0.000	0.000	0.226	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	0.000	-0.001	0.361	0.000	0.000	0.000
N3	Reacción en el nodo 3	PP+CM1	0.000	0.000	2.702	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	0.000	0.001	4.324	0.000	0.000	0.000
N4	Reacción en el nodo 4	PP+CM1	0.000	0.000	2.029	0.000	0.000	0.000
		1.6·PP+1.6·CM1	0.000	0.001	3.246	0.000	0.000	0.000

Tabla 98. Reacciones del hormigón sobre la estructura superior de las escaleras

En la figura 16 se muestra el valor y la localización de los esfuerzos y los momentos en los nudos estudiados.

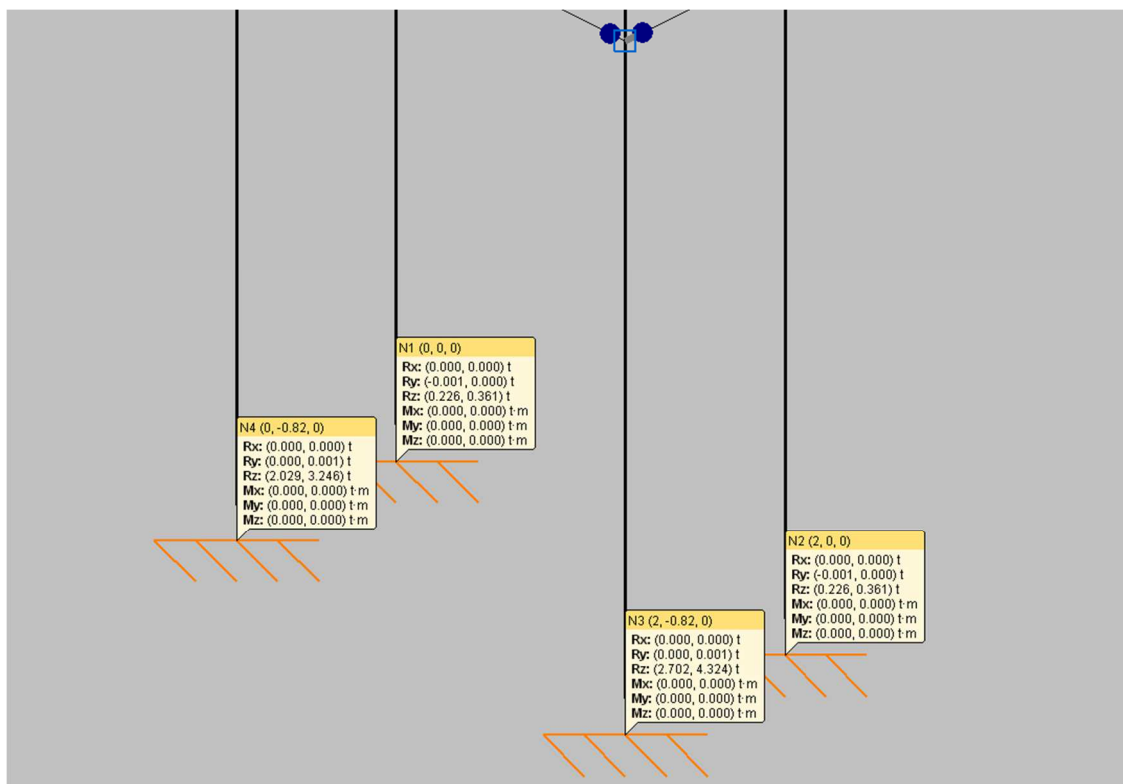


Figura 16. Reacciones del hormigón sobre la estructura inferior de las escaleras

7.5. Esfuerzos

En este apartado se listarán los esfuerzos en las barras a lo largo de la longitud de las mismas:

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.417 m	0.625 m	1.042 m	1.459 m	1.876 m	2.293 m	2.501 m	2.918 m	
N1/ N5	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.305	-0.293	-0.287	-0.276	-0.264	-0.253	-0.241	-0.236	-0.224	
		$N_{máx}$	-0.180	-0.174	-0.170	-0.163	-0.157	-0.150	-0.143	-0.140	-0.133	
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$V_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$V_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001
		$M_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 99. Esfuerzos sobre la barra N1/N5 de la estructura superior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m	
N5/ N9	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.153	-0.142	-0.130	-0.124	-0.112	-0.100	-0.088	-0.083	-0.071	
		$N_{máx}$	-0.091	-0.084	-0.077	-0.073	-0.066	-0.059	-0.052	-0.049	-0.042	
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$V_{z_{mín}}$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
		$V_{z_{máx}}$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{y_{mín}}$	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003
		$M_{y_{máx}}$	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 100. Esfuerzos sobre la barra N5/N9 de la estructura superior de las escaleras

Barra	Tipo de	Esfuerzo	Posiciones en la barra
-------	---------	----------	------------------------

	combinación		0.000 m	0.417 m	0.625 m	1.042 m	1.459 m	1.876 m	2.293 m	2.501 m	2.918 m	
N2/ N6	Acero laminado	N_{\min}	-0.305	-0.293	-0.287	-0.276	-0.264	-0.253	-0.241	-0.236	-0.224	
		N_{\max}	-0.180	-0.174	-0.170	-0.163	-0.157	-0.150	-0.143	-0.140	-0.133	
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001
		$M_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 101. Esfuerzos sobre la barra N2/N6 de la estructura superior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m	
N6/ N10	Acero laminado	N_{\min}	-0.153	-0.142	-0.130	-0.124	-0.112	-0.100	-0.088	-0.083	-0.071	
		N_{\max}	-0.091	-0.084	-0.077	-0.073	-0.066	-0.059	-0.052	-0.049	-0.042	
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		$V_{z\max}$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003
		$M_{y\max}$	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 102. Esfuerzos sobre la barra N6/N10 de la estructura superior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.417 m	0.625 m	1.042 m	1.459 m	1.876 m	2.293 m	2.501 m	2.918 m	
N3/ N7	Acero laminado	N_{\min}	-3.648	-3.637	-3.631	-3.619	-3.608	-3.596	-3.585	-3.579	-3.568	
		N_{\max}	-2.162	-2.155	-2.152	-2.145	-2.138	-2.131	-2.124	-2.121	-2.114	
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.417 m	0.625 m	1.042 m	1.459 m	1.876 m	2.293 m	2.501 m	2.918 m
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 103. Esfuerzos sobre la barra N3/N7 de la estructura superior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m
N7/ N11	Acero laminado	$N_{mín}$	-1.607	-1.595	-1.583	-1.577	-1.566	-1.554	-1.542	-1.536	-1.524
		$N_{máx}$	-0.952	-0.945	-0.938	-0.935	-0.928	-0.921	-0.914	-0.910	-0.903
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$V_{z_{máx}}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	-0.002	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002
		$M_{y_{máx}}$	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.003
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 104. Esfuerzos sobre la barra N7/N11 de la estructura superior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.417 m	0.625 m	1.042 m	1.459 m	1.876 m	2.293 m	2.501 m	2.918 m
N4/ N8	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.739	-2.728	-2.722	-2.710	-2.699	-2.687	-2.676	-2.670	-2.659
		$N_{máx}$	-1.623	-1.616	-1.613	-1.606	-1.599	-1.592	-1.586	-1.582	-1.575
		$V_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
		$M_{z_{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 105. Esfuerzos sobre la barra N4/N8 de la estructura superior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m
N8/ N12	Acero laminado	N_{\min}	-0.698	-0.686	-0.674	-0.668	-0.657	-0.645	-0.633	-0.627	-0.615
		N_{\max}	-0.414	-0.407	-0.400	-0.396	-0.389	-0.382	-0.375	-0.372	-0.365
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$V_{z\max}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.002	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002
		$M_{y\max}$	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.003
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 106. Esfuerzos sobre la barra N8/N12 de la estructura superior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
N5/ N6	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.011	-0.009	-0.007	-0.002	0.000	0.001	0.004	0.005	0.006
		$V_{z\max}$	-0.006	-0.005	-0.004	-0.001	0.000	0.002	0.007	0.009	0.011
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	0.000	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.002	0.001	0.000
		$M_{y\max}$	0.000	0.002	0.003	0.005	0.005	0.005	0.003	0.002	0.000
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 107. Esfuerzos sobre la barra N5/N6 de la estructura superior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.050 m	0.051 m	0.052 m	0.230 m	0.410 m	0.590 m	0.768 m	0.769 m	0.770 m
N7/ N6	Acero laminado	N_{\min}	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		N_{\max}	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.060	-0.060	-0.052	-0.026	0.000	0.016	0.031	0.031	0.035
		$V_{z\max}$	-0.035	-0.035	-0.031	-0.016	0.000	0.026	0.052	0.052	0.060

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.050 m	0.051 m	0.052 m	0.230 m	0.410 m	0.590 m	0.768 m	0.769 m	0.770 m
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.004	0.006	0.004	0.000	0.000	0.000
		My _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.007	0.009	0.007	0.000	0.000	0.000
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 108. Esfuerzos sobre la barra N7/N6 de la estructura superior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.421 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.579 m	1.800 m	2.000 m
N8/ N7	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-1.901	-1.899	-0.951	-0.002	0.000	0.001	0.564	1.125	1.126
		Vz _{máx}	-1.126	-1.125	-0.564	-0.001	0.000	0.002	0.951	1.899	1.901
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	0.000	0.225	0.473	0.614	0.614	0.614	0.473	0.225	0.000
		My _{máx}	0.000	0.380	0.798	1.035	1.036	1.035	0.798	0.380	0.000
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 109. Esfuerzos sobre la barra N8/N7 de la estructura superior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.050 m	0.051 m	0.052 m	0.230 m	0.410 m	0.590 m	0.768 m	0.769 m	0.770 m
N8/ N5	Acero laminado	N _{mín}	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		N _{máx}	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-0.060	-0.060	-0.052	-0.026	0.000	0.016	0.031	0.031	0.035
		Vz _{máx}	-0.035	-0.035	-0.031	-0.016	0.000	0.026	0.052	0.052	0.060
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.004	0.006	0.004	0.000	0.000	0.000
		My _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.007	0.009	0.007	0.000	0.000	0.000
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 110. Esfuerzos sobre la barra N8/N5 de la estructura superior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
N9/ N10	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.011	-0.009	-0.007	-0.002	0.000	0.001	0.004	0.005	0.006
		$V_{z\max}$	-0.006	-0.005	-0.004	-0.001	0.000	0.002	0.007	0.009	0.011
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	0.000	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.002	0.001	0.000
		$M_{y\max}$	0.000	0.002	0.003	0.005	0.005	0.005	0.003	0.002	0.000
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 111. Esfuerzos sobre la barra N9/N10 de la estructura superior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.050 m	0.051 m	0.052 m	0.230 m	0.410 m	0.590 m	0.768 m	0.769 m	0.770 m
N11/ N10	Acero laminado	N_{\min}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		N_{\max}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.060	-0.060	-0.052	-0.026	0.000	0.016	0.031	0.031	0.035
		$V_{z\max}$	-0.035	-0.035	-0.031	-0.016	0.000	0.026	0.052	0.052	0.060
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.004	0.006	0.004	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.007	0.009	0.007	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 112. Esfuerzos sobre la barra N11/N10 de la estructura superior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.579 m	1.800 m	2.000 m
N12/ N11	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		N_{\max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.579 m	1.800 m	2.000 m
		$V_{z_{\min}}$	-0.555	-0.553	-0.551	-0.547	-0.544	-0.543	0.273	0.867	0.868
		$V_{z_{\max}}$	-0.329	-0.328	-0.327	-0.324	-0.323	-0.320	0.461	1.462	1.464
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	0.000	0.066	0.131	0.261	0.326	0.390	0.364	0.173	0.000
		$M_{y_{\max}}$	0.000	0.111	0.221	0.441	0.550	0.659	0.615	0.293	0.000
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 113. Esfuerzos sobre la barra N12/N11 de la estructura superior de las escaleras

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.050 m	0.051 m	0.052 m	0.230 m	0.410 m	0.590 m	0.768 m	0.769 m	0.770 m	
N12/ N9	Acero laminado	N_{\min}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		N_{\max}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$V_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{\min}}$	-0.060	-0.060	-0.052	-0.026	0.000	0.016	0.031	0.031	0.035	0.035
		$V_{z_{\max}}$	-0.035	-0.035	-0.031	-0.016	0.000	0.026	0.052	0.052	0.060	0.060
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.004	0.006	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.007	0.009	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 114. Esfuerzos sobre la barra N12/N9 de la estructura superior de las escaleras

7.6. Resistencia

En este apartado se comprobará que todos los elementos de la estructura cumplen con los requisitos.

Así pues, mediante la tabla 115, se puede comprobar como todas las barras cumplen.

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

Barra	η	Posición	Esfuerzos pésimos	Origen	Estado
-------	--------	----------	-------------------	--------	--------

	(%)	(m)	N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N1/N5	1.17	0.000	-0.305	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N5/N9	0.65	0.000	-0.153	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	G	Cumple
N2/N6	1.17	0.000	-0.305	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N6/N10	0.65	0.000	-0.153	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	G	Cumple
N3/N7	13.90	0.000	-3.648	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N7/N11	6.41	0.000	-1.607	0.000	-0.001	0.000	-0.002	0.000	G	Cumple
N4/N8	10.44	0.000	-2.739	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N8/N12	2.81	0.000	-0.698	0.000	-0.001	0.000	-0.002	0.000	G	Cumple
N5/N6	0.52	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	G	Cumple
N7/N6	0.95	0.050	0.001	0.000	-0.060	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N8/N7	98.44	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.036	0.000	G	Cumple
N8/N5	0.95	0.050	0.001	0.000	-0.060	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N9/N10	0.52	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	G	Cumple
N11/N10	0.95	0.050	-0.001	0.000	-0.060	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N12/N11	69.26	1.331	0.000	0.000	0.458	0.000	0.729	0.000	G	Cumple
N12/N9	0.95	0.050	-0.001	0.000	-0.060	0.000	0.000	0.000	G	Cumple

Tabla 115. Resistencia de las barras de la estructura superior de las escaleras

7.7. Flechas

En este apartado se recogen las flechas en la estructura estudiada, Se analizarán tanto las flechas absolutas como las flechas relativas en función de la longitud de las barras.

Grupo	Flecha máxima absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xz	
	Posición (m)	Flecha (mm)
N1/N9	5.061	0.01
	5.061	L/(>1000)
N2/N10	5.061	0.01
	5.061	L/(>1000)
N3/N11	5.061	0.01
	5.061	L/(>1000)
N4/N12	5.061	0.01
	5.061	L/(>1000)

Grupo	Flecha máxima absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xz	
	Posición (m)	Flecha (mm)
N5/N6	1.000	0.05
	1.000	L/(>1000)
N7/N6	0.360	0.01
	0.360	L/(>1000)
N8/N7	1.000	9.56
	1.000	L/209.2
N8/N5	0.360	0.01
	0.360	L/(>1000)
N9/N10	1.000	0.05
	1.000	L/(>1000)
N11/N10	0.360	0.01
	0.360	L/(>1000)
N12/N11	1.200	5.11
	1.200	L/391.5
N12/N9	0.360	0.01
	0.360	L/(>1000)

Tabla 116. Flechas en la estructura superior de las escaleras

A continuación, en la figura 17 se muestra gráficamente los resultados obtenidos anteriormente.

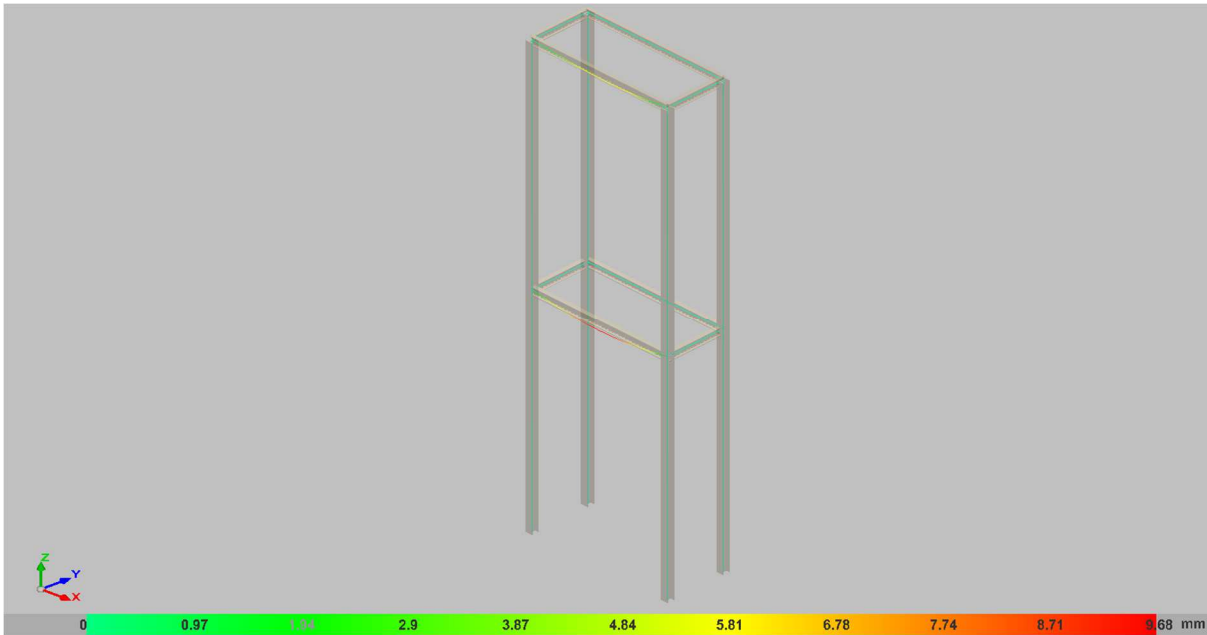


Figura 17. Flechas en la estructura superior de las escaleras

7.8. Tabla resumen de comprobaciones E.L.U.

En la siguiente tabla se resumen las comprobaciones realizadas según el CTE a estado límite último.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N1/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 2.918 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 1.2$
N5/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 3 m $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.7$
N2/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 2.918 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 1.2$
N6/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 3 m $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.7$
N3/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 13.9$	x: 2.918 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 13.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 13.9$
N7/N11	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 6.4$	x: 3 m $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 6.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 6.4$
N4/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 10.4$	x: 2.918 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 10.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 10.4$
N8/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 3 m $\eta = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 2.8$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N5/N6	N.P. ⁽⁷⁾	x: 0.2 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 1 m $\eta = 0.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.2 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.5$
N7/N6	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.23 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 0.41 m $\eta = 0.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta = 0.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.23 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.41 m $\eta = 0.9$	x: 0.23 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.9$
N8/N7	N.P. ⁽⁷⁾	x: 0.2 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 1 m $\eta = 98.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 30.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.2 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 98.4$
N8/N5	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.23 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 0.41 m $\eta = 0.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta = 0.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.23 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.41 m $\eta = 0.9$	x: 0.23 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.9$
N9/N10	N.P. ⁽⁷⁾	x: 0.2 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 1 m $\eta = 0.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.2 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.5$
N11/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.23 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	x: 0.41 m $\eta = 0.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta = 0.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.23 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.41 m $\eta = 0.9$	x: 0.23 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.9$
N12/N11	N.P. ⁽⁷⁾	x: 0.2 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	x: 1.331 m $\eta = 69.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 2 m $\eta = 23.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.2 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 69.3$
N12/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.23 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	x: 0.41 m $\eta = 0.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.05 m $\eta = 0.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.23 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.41 m $\eta = 0.9$	x: 0.23 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 0.9$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	
<p><i>Notación:</i></p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez</p> <p>λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_Y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_Z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_Z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_Y: Resistencia a corte Y</p> <p>$M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>$M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>$N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>$N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>$M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>$M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>															

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	
<i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i>															
<i>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</i>															
<i>(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</i>															
<i>(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</i>															
<i>(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i>															
<i>(5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</i>															
<i>(6) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i>															
<i>(7) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</i>															
<i>(8) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</i>															
<i>(9) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i>															
<i>(10) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i>															

Tabla 117. Resumen de las comprobaciones realizadas en la estructura superior de las escaleras

8. ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS

Para realizar el análisis de los miembros estructurales críticos del diseño que hemos realizado, se ha utilizado el programa informático SolidWorks 2013. Dicho programa, utiliza el método de los elementos finitos (MEF) para analizar los diseños de ingeniería que poseen una geometría complicada. El método de los elementos finitos, consiste en dividir las piezas en infinitas piezas mucho más pequeñas a las que se denominan elementos. Por lo tanto, el MEF se basa en transformar un cuerpo de naturaleza continua en un modelo discreto aproximado. Para conseguir realizar esa transformación, la herramienta de SolidWorks se basa en la tecnología ANSYS.

El tipo de análisis que se ha empleado para analizar los diferentes miembros estructurales es el estudio estático lineal. Dicho análisis nos permite calcular los desplazamientos, las deformaciones unitarias, las tensiones y las fuerzas de reacción bajo el efecto de cargas aplicadas.

8.1. Análisis escaleras

8.1.1. Definición de cargas

Para la realización del análisis de tensiones de la escalera, se ha seguido la norma ISO 14122-3:2001, la cual especifica que para la comprobación de escaleras con anchura menor a 1200 mm y en los que no hay una alta densidad de tráfico, se aplicará una carga de 1,5 kN en uno de los escalones. Dicha carga estará distribuida en una superficie de 100mm x 100mm.

Además, la deflexión de un escalón ante dicha carga, no podrá ser superior a la tricentésima parte del ancho de dicha escalón. En este caso, dado que nuestro escalón tiene una anchura de 750 mm, se tendrá una deflexión máxima admisible de:

$$\delta_{max} = \frac{750}{300} = 2,5mm$$

En la siguiente imagen, se puede observar en color rosado la carga de 1,5 kN distribuida a lo largo de la superficie especificada anteriormente. El símbolo en color rojo indica que también se ha considerado el efecto de la gravedad, y por tanto, el peso propio. El valor de dicho peso propio es de 1,47 kN en total:

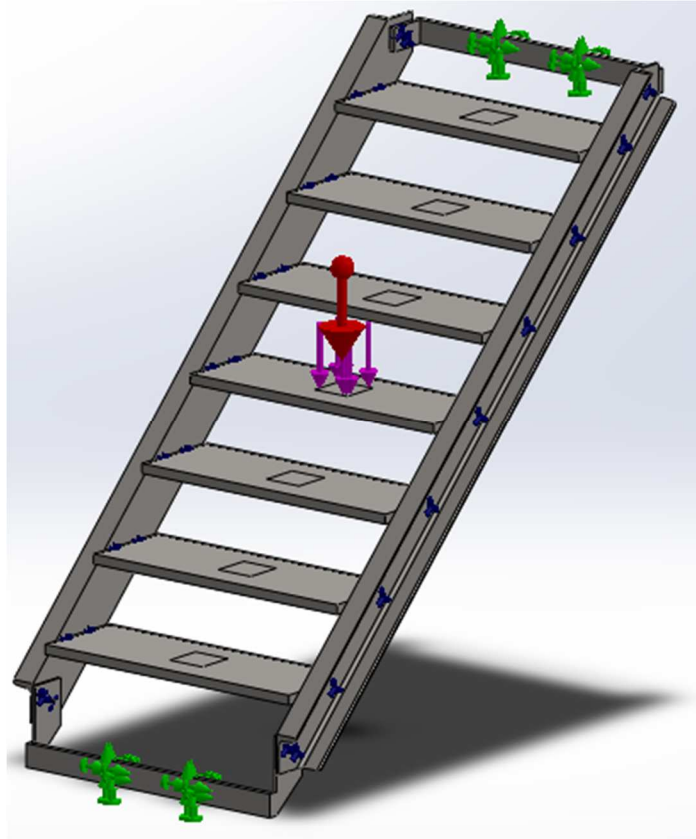


Figura 18. Cargas aplicadas en la escalera

8.1.2. Definición de fijaciones

Se han aplicado cuatro restricciones en los taladros donde irán colocados los diferentes pernos en los anclajes. Dichas restricciones son de geometría fija, tal como muestran las siguientes imágenes:

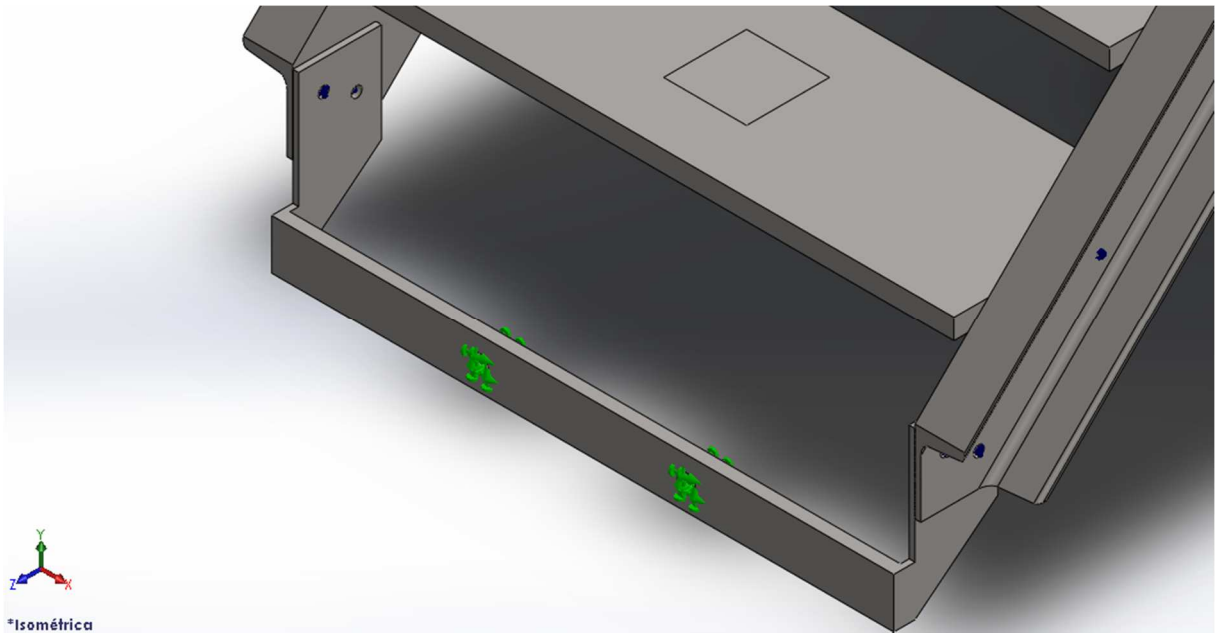


Figura 19. Fijaciones en los taladros del anclaje inferior

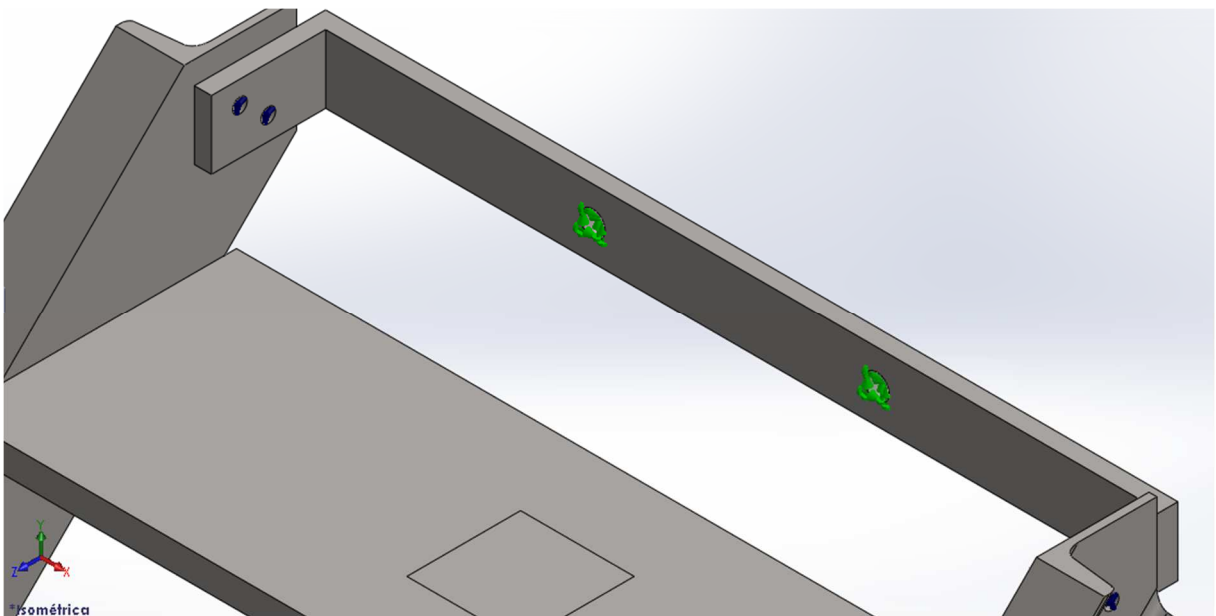


Figura 20. Fijaciones en los taladros del anclaje superior

Para el resto de orificios de los escalones, se ha establecido una conexión tipo pasador que no permite la traslación de los escalones con respecto a las guías pero sí permite el giro de los mismos para simular el efecto de los pernos.

8.1.3. Definición de la geometría y malla

Los parámetros de la malla que se han empleado en el análisis de la escalera son los siguientes:

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 puntos
Control de malla	Definida
Tamaño máximo de elemento	47,5237 mm
Tamaño mínimo de elemento	9,50474 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	108235
Número total de elementos	51813
Cociente de aspecto máximo	87,312
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto < 3	58,3
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto > 10	0,519
% de elementos distorsionados (Jacobiano)	0
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:00:12

Tabla 118. Parámetros de malla de las escaleras

En la siguiente imagen, se puede observar cómo hemos aplicado la malla a la estructura de la escalera que se ha calculado:

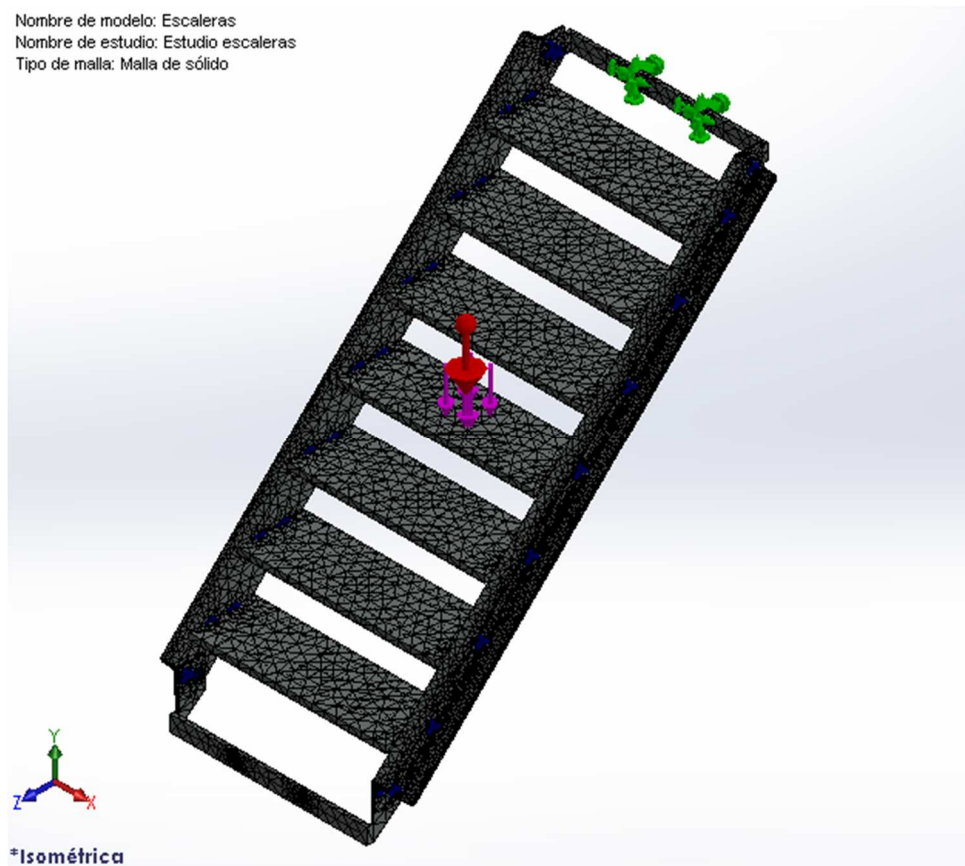


Figura 21. Malla de la escalera

Hay que destacar, que se ha realizado un control de mallado en los taladros en los que se introducirán los pernos que sujetan el escalón donde se aplica la carga, estableciendo una malla más fina que en el resto de la escalera. De esta forma, al ejecutar se conseguirán unos resultados más próximos a la realidad. Se ha realizado dicho control de mallado ya que en estudios anteriores se veía como en esa zona las concentraciones de cargas eran máximas. En la siguiente imagen se refleja el control de mallado que hemos establecido:

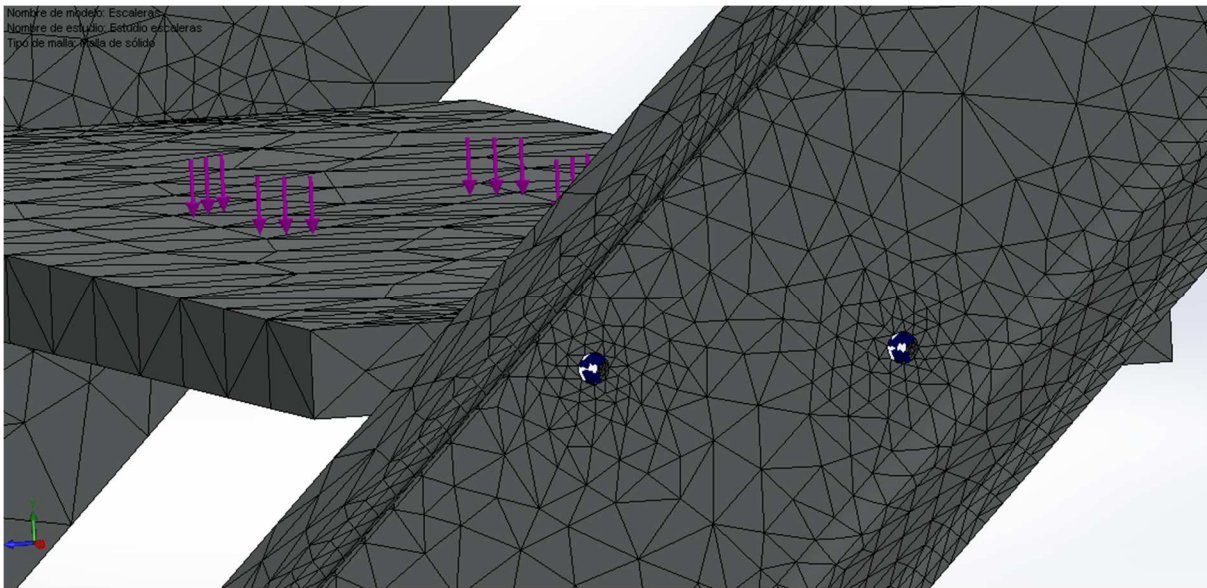


Figura 22. Detalle del control de mallado

8.1.4. Resultados del estudio

En las siguientes imágenes se muestran de forma gráfica los resultados obtenidos mediante el programa en cuanto a las tensiones, desplazamientos y deformaciones unitarias correspondientes.

En primer lugar, se muestra la tensión de Von Mises en la estructura de la escalera. Su valor más crítico aparece en el taladro del escalón en el que se ha aplicado la carga. Su valor es de 225,2 MPa.

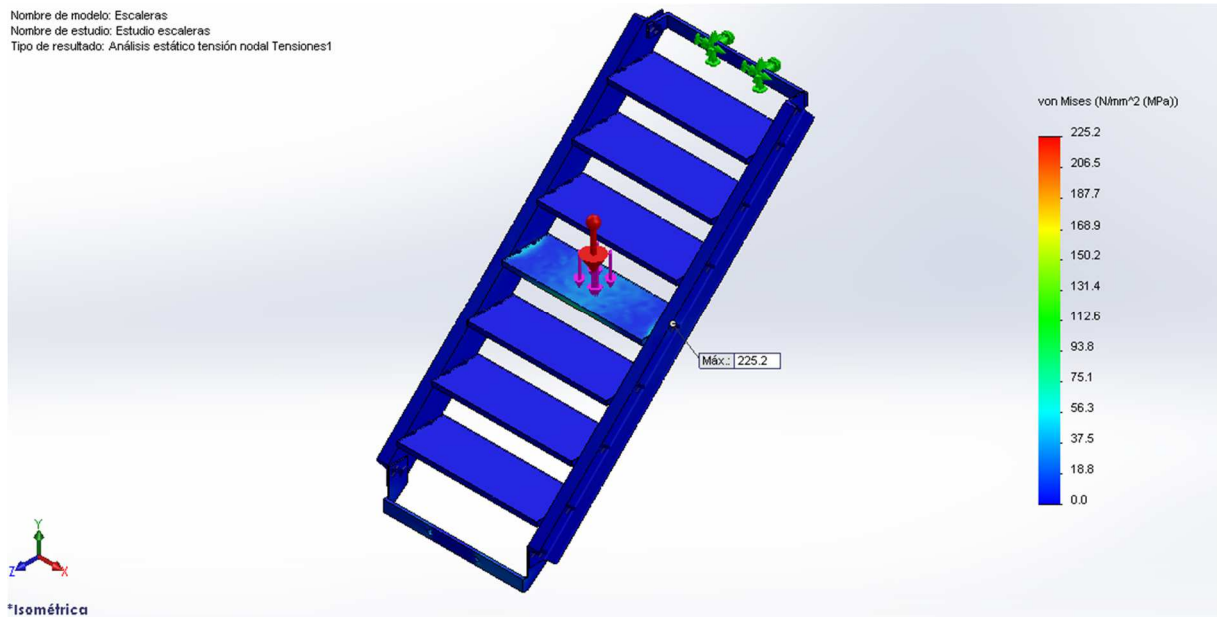


Figura 23. Tensiones en la escalera

Como el material que hemos elegido, tiene un límite elástico de 275 MPa, tendremos un coeficiente de seguridad superior a 1,2. En la figura 24 se puede apreciar con mayor detalle la zona crítica.

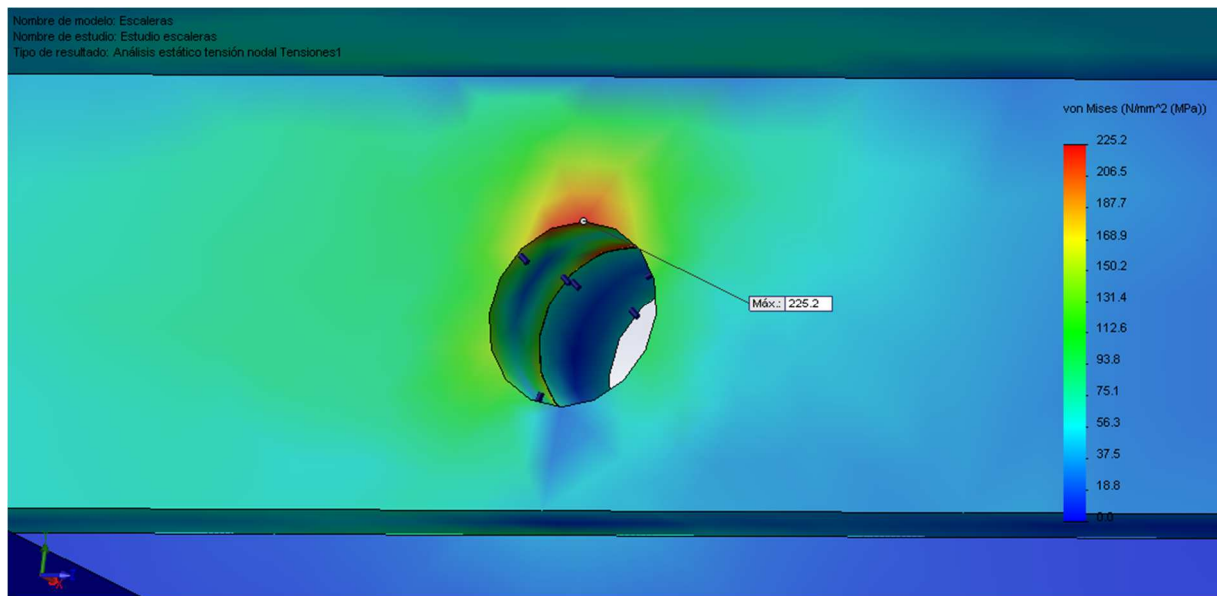


Figura 24. Detalle de la zona con mayor concentración de tensiones en la escalera

En segundo lugar, en la figura 25 se muestran los desplazamientos resultantes que se generan en la estructura aplicando las hipótesis que hemos venido describiendo a lo largo de este apartado. Su valor más crítico aparece en el escalón central de la escalera con un valor aproximado de 2 mm.

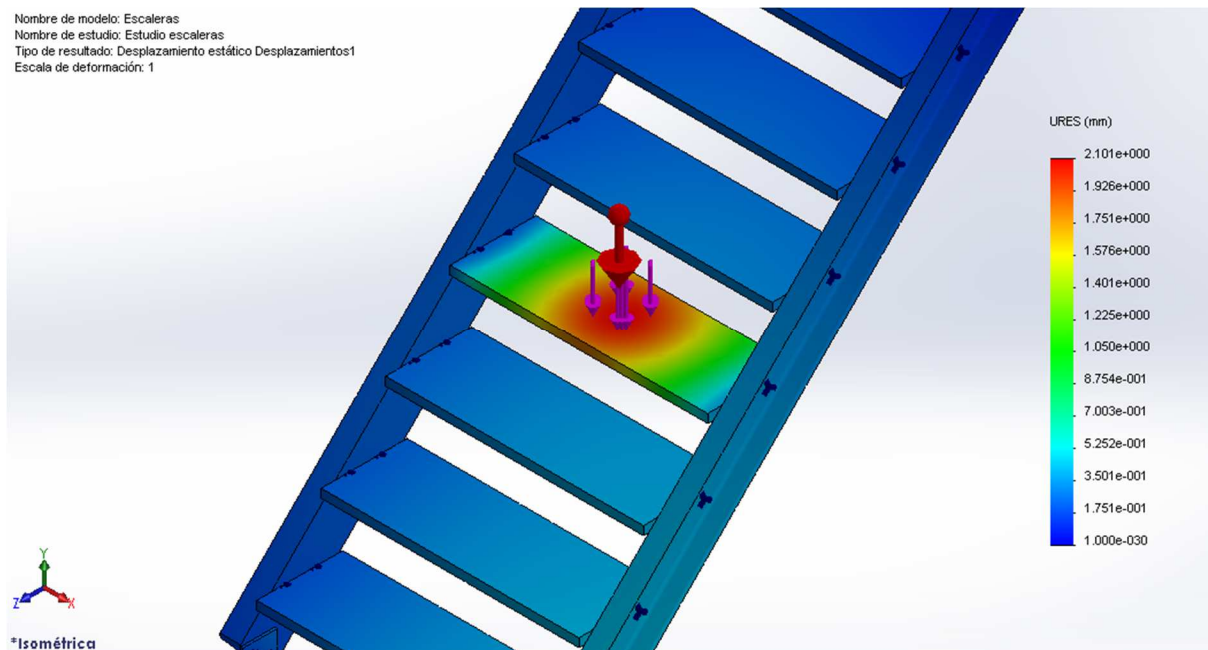


Figura 25. Desplazamientos resultantes en la escalera

Dicho valor es inferior a la deflexión máxima admisible requerida por la norma por lo que también se cumple dicho requisito.

Por último, hemos calculado las deformaciones unitarias que se generan en la estructura tras aplicar las hipótesis que hemos venido describiendo a lo largo de este apartado. Su valor más crítico aparece en el taladro de sujeción del escalón en el que se aplica la carga, con un valor del 0,06%.

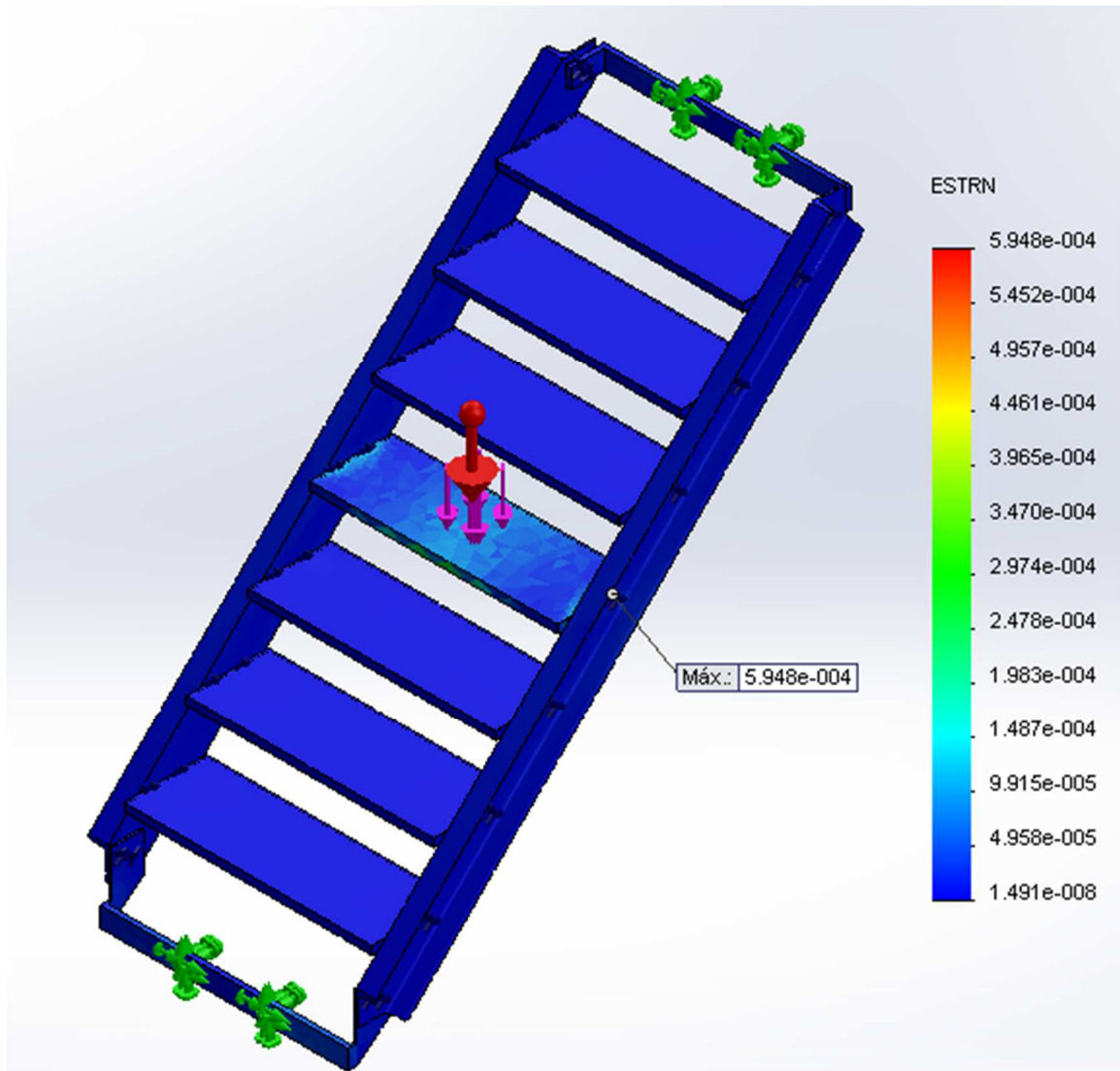


Figura 26. Deformaciones en la escalera

8.1.5. Conclusiones

Como conclusión, se adjunta la tabla 119, donde se pueden observar todos los resultados obtenidos con respecto al estudio de la estructura de la escalera.

Nombre	Tipo	Máximo	Localización

Tensiones	Von Misses	225.224 N/mm ² (MPa)	En la parte lateral interior del escalón donde se aplica la carga. En la zona donde se establece el contacto con los pernos que lo sujetan.
Desplazamientos	URES: Desplazamientos resultantes	2.10085 mm	En la parte central del escalón en el que se aplica la carga.
Deformaciones Unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0.000594807	En la parte lateral interior del escalón donde se aplica la carga. En la zona donde se establece el contacto con los pernos que lo sujetan.

Tabla 119. Resultados obtenidos

De esta forma, podemos decir que las tensiones, desplazamientos y deformaciones obtenidas, aplicando las hipótesis descritas anteriormente, son admisibles para las medidas y el material que hemos propuesto, Así como se adaptan a la norma ISO 14122-3:2001.

9. CÁLCULO DE TORNILLOS

Para llevar a cabo la comprobación de las uniones atornilladas, se han seguido los pasos que establece el CTE de seguridad estructural de acero DB-SE-A.

9.1. Cálculo de pernos guías-anclaje de métrica 12

Para comprobar la resistencia de las uniones atornilladas sin pretensar de métrica 12, se ha obtenido la resistencia de cálculo a cortante del tornillo. Esta resistencia tendrá como valor el menor de la resistencia a cortante de las secciones del tornillo o a aplastamiento de la chapa de unión, sin que la resistencia total de la unión supere la resistencia a desgarro del alma. Para ello:

- **Resistencia a cortante en la sección transversal del tornillo:**

Por definición, la resistencia a cortante será:

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0,5 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

Siendo:

n) Número de planos de corte.

f_{ub}) Resistencia última del acero del tornillo.

A) Área de la cara del tornillo A_d o el área resistente del tornillo A_s , según se encuentren los planos de cortadura en el vástago o la parte roscada del tornillo respectivamente.

γ_{M2}) Coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión. Para este caso es 1,25.

Antes de obtener el valor de la resistencia a cortante, habrá que calcular el área del tornillo por medio de:

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = \frac{\pi}{4} \cdot 12^2 = 113,10 \text{ mm}^2$$

De la misma forma, la resistencia última del acero del tornillo f_{ub} para el acero inoxidable A2-70 es 700 N/mm^2 .

Entonces, la resistencia a cortante será:

$$F_{v,Rd} = 1 \cdot \frac{0,5 \cdot 700 \frac{N}{\text{mm}^2} \cdot 113,10 \text{ mm}^2}{1,25} = 31667,25 \text{ N}$$

Como se tienen 8 tornillos de estas características, 2 a cada lado por la parte superior y 2 a cada lado por la inferior, la resistencia a cortante total será de:

$$F_{v,Rd \text{ total}} = 31667,25 \text{ N} \cdot 8 = 253338,03 \text{ N} = 253,338 \text{ kN}$$

La sollicitación a la que se verán sometidos los pernos será de $1,5 \text{ kN}$ más el peso propio de la escalera, $1,47 \text{ kN}$. Así pues, la resistencia será muy superior a cualquier sollicitación a la que este componente se verá sometido, por lo que, la colocación de este tipo de pernos garantiza una total seguridad de los mismos frente al esfuerzo cortante en la escalera.

- **Resistencia a aplastamiento de la chapa que se une:**

Por definición, la resistencia a aplastamiento será:

$$F_{t,Rd} = n \cdot \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Donde:

n) Número de planos de corte.

f_u) Resistencia última del acero de las chapas que se unen.

γ_{M2}) Coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión. Para este caso es 1,25.

d) Diámetro del vástago del tornillo.

t) Menor espesor de las chapas que se unen.

Para calcular el valor de α se debe de tomar el menor valor de:

$$\frac{e_1}{3d_o}$$

$$\frac{P_1}{3d_o} - \frac{1}{4}$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u}$$

$$1$$

Donde:

e_1) Distancia del eje del agujero al borde de la chapa en la dirección de la fuerza que se transmite.

p_1) Separación entre ejes de agujeros en la dirección de la fuerza que se transmite.

do) Diámetro del agujero.

Para obtener el valor del f_{ub} , se debe hallar el valor de la tensión de rotura f_u , por medio de la tabla 120. De esta forma como nuestro acero es el S275 JR y el espesor nominal es de 7 mm, obtenemos que:

$$f_u = 410 \text{ N/mm}^2$$

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²)			Tensión de rotura f_u (N/mm ²)	
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$3 \leq t \leq 100$	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

⁽¹⁾ Se le exige una energía mínima de 40J.

Tabla 120. Valores del límite elástico y la tensión de rotura para distintos tipos de acero. Fuente: CTE DB SE-A

Entonces tenemos que:

$$\frac{e_1}{3_{do}} = \frac{40 \text{ mm}}{3 \cdot 13 \text{ mm}} = 1,03$$

$$\frac{P_1}{3_{do}} - \frac{1}{4} = \frac{20 \text{ mm}}{3 \cdot 13 \text{ mm}} - \frac{1}{4} = 0,513$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} = \frac{700 \frac{N}{mm^2}}{410 \frac{N}{mm^2}} = 1,71$$

1

Así pues, el valor de α es 0,513.

Por lo tanto, la resistencia a aplastamiento será:

$$F_{t,Rd} = 1 \cdot \frac{2,5 \cdot 0,513 \cdot 410 \frac{N}{mm^2} \cdot 12 \text{ mm} \cdot 7 \text{ mm}}{1,25} = 35335,42 \text{ N}$$

Como tenemos 8 tornillos de estas características, la resistencia a aplastamiento total será de:

$$F_{t,Rd \text{ total}} = 35335,42 \text{ N} \cdot 8 = 282683,52 \text{ N} = 282,683 \text{ kN}$$

Este resultado es muy superior a cualquier solicitud a la que este componente se verá sometido, por lo que, la colocación de este tipo de pernos garantiza una total seguridad tanto de las chapas laterales del anclaje como de las guías de la escalera frente a aplastamiento.

9.2. Cálculo de pernos de soporte de métrica 20

Para comprobar la resistencia de las uniones atornilladas sin pretensar de métrica 20, se ha obtenido la resistencia de cálculo a cortante del tornillo. Esta resistencia tendrá como valor el menor de la resistencia a cortante de las secciones del tornillo o a aplastamiento de la chapa de unión, sin que la resistencia total de la unión supere la resistencia a desgarro del alma. Para ello:

- **Resistencia a cortante en la sección transversal del tornillo:**

Por definición, la resistencia a cortante será:

$$F_{v.Rd} = n \cdot \frac{0,5 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

Siendo:

n) Número de planos de corte.

f_{ub}) Resistencia última del acero del tornillo.

A) Área de la cara del tornillo A_d o el área resistente del tornillo A_s , según se encuentren los planos de cortadura en el vástago o la parte roscada del tornillo respectivamente.

γ_{M2}) Coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión. Para este caso es 1,25.

Antes de obtener el valor de la resistencia a cortante, habrá que calcular el área del tornillo por medio de:

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = \frac{\pi}{4} \cdot 20^2 = 314,16 \text{ mm}^2$$

De la misma forma, la resistencia última del acero del tornillo f_{ub} para el acero inoxidable A2-70 es 700 N/mm².

Entonces, la resistencia a cortante será:

$$F_{v.Rd} = 1 \cdot \frac{0,5 \cdot 700 \frac{N}{\text{mm}^2} \cdot 314,16 \text{ mm}^2}{1,25} = 87964,59 \text{ N}$$

Como tenemos 8 tornillos de estas características, la resistencia a cortante total será de:

$$F_{v,Rd\ total} = 87964,59\ N \cdot 8 = 703716,75\ N = 703,716\ kN$$

La sollicitación a la que se verán sometidos los pernos será de 1,5 kN más el peso propio de la escalera, 1,47 kN. Así pues, la resistencia será muy superior a cualquier sollicitación a la que este componente se verá sometido, por lo que, la colocación de este tipo de pernos garantiza una total seguridad de los mismos frente al esfuerzo cortante en la escalera.

- **Resistencia a aplastamiento de la chapa que se une:**

Por definición, la resistencia a aplastamiento será:

$$F_{t\ Rd} = n \cdot \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Donde:

n) Número de planos de corte.

f_u) Resistencia última del acero de las chapas que se unen.

γ_{M2}) Coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión. Para este caso es 1,25.

d) Diámetro del vástago del tornillo.

t) Menor espesor de las chapas que se unen.

Para calcular el valor de α debemos de tomar el menor valor de:

$$\frac{e_1}{3d_o}$$

$$\frac{P_1}{3d_o} - \frac{1}{4}$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u}$$

1

Donde:

e₁) Distancia del eje del agujero al borde de la chapa en la dirección de la fuerza que se transmite.

p₁) Separación entre ejes de agujeros en la dirección de la fuerza que se transmite.

d_o) Diámetro del agujero.

Para obtener el valor del f_{ub} , debemos de obtener el valor de la tensión de rotura f_u , por medio de la tabla 120. De esta forma como nuestro acero es el S275 JR y el espesor nominal es de 7 mm, obtenemos que:

$$f_u = 410 \text{ N/mm}^2$$

Entonces tenemos que:

$$\frac{e_1}{3d_o} = \frac{30 \text{ mm}}{3 \cdot 22 \text{ mm}} = 0,455$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} = \frac{700 \frac{N}{mm^2}}{410 \frac{N}{mm^2}} = 1,71$$

1

Así pues, el valor de α es 0,455.

Por lo tanto, la resistencia a aplastamiento será:

$$F_{t.Rd} = 1 \cdot \frac{2,5 \cdot 0,455 \cdot 410 \frac{N}{mm^2} \cdot 20 \text{ mm} \cdot 7 \text{ mm}}{1,25} = 52234 \text{ N}$$

Como tenemos 4 tornillos de estas características, la resistencia a aplastamiento total será de:

$$F_{t.Rd \text{ total}} = 52234 \text{ N} \cdot 4 = 208936 \text{ N}$$

Este resultado es muy superior a cualquier solicitud a la que este componente se verá sometido, por lo que, la colocación de este tipo de pernos garantiza una total seguridad tanto de las chapas laterales del anclaje como de las guías de la escalera frente a aplastamiento.

9.3. Cálculo de pernos de los escalones de métrica 8

Para comprobar la resistencia de las uniones atornilladas sin pretensar de métrica 8, se ha obtenido la resistencia de cálculo a cortante del tornillo. Esta resistencia tendrá como valor el menor de la resistencia a cortante de las secciones del tornillo o a aplastamiento de la chapa de unión, sin que la resistencia total de la unión supere la resistencia a desgarramiento del alma. Para ello:

- **Resistencia a cortante en la sección transversal del tornillo:**

Por definición, la resistencia a cortante será:

$$F_{v.Rd} = n \cdot \frac{0,5 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

Siendo:

n) Número de planos de corte.

f_{ub}) Resistencia última del acero del tornillo.

A) Área de la cara del tornillo A_d o el área resistente del tornillo A_s , según se encuentren los planos de cortadura en el vástago o la parte roscada del tornillo respectivamente.

γ_{M2}) Coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión. Para este caso es 1,25.

Antes de obtener el valor de la resistencia a cortante, habrá que calcular el área del tornillo por medio de:

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = \frac{\pi}{4} \cdot 8^2 = 50,27 \text{ mm}^2$$

De la misma forma, la resistencia última del acero del tornillo f_{ub} para el acero inoxidable A2-70 es 700 N/mm².

Entonces, la resistencia a cortante será:

$$F_{v.Rd} = 1 \cdot \frac{0,5 \cdot 700 \frac{N}{\text{mm}^2} \cdot 50,27 \text{ mm}^2}{1,25} = 14075,6 \text{ N}$$

Como tenemos 4 tornillos de estas características, dos a cada lado del escalón, la resistencia a cortante total será de:

$$F_{v.Rd\ total} = 14075,6\ N \cdot 4 = 56302,4\ N = 56,302\ kN$$

La sollicitación a la que se verán sometidos los pernos será de 1,5 kN. Así pues, la resistencia será muy superior a cualquier sollicitación a la que este componente se verá sometido, por lo que, la colocación de este tipo de pernos garantiza una total seguridad de los mismos frente al esfuerzo cortante en la escalera.

- **Resistencia a aplastamiento de la chapa que se une:**

Por definición, la resistencia a aplastamiento será:

$$F_{t\ Rd} = n \cdot \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Donde:

n) Número de planos de corte.

f_u) Resistencia última del acero de las chapas que se unen.

γ_{M2}) Coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión. Para este caso es 1,25.

d) Diámetro del vástago del tornillo.

t) Menor espesor de las chapas que se unen.

Para calcular el valor de α debemos de tomar el menor valor de:

$$\frac{e_1}{3d_o}$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u}$$

1

Donde:

e_1) Distancia del eje del agujero al borde de la chapa en la dirección de la fuerza que se transmite.

d_o) Diámetro del agujero.

Para obtener el valor del f_{ub} , debemos de obtener el valor de la tensión de rotura f_u , por medio de la tabla 120. De esta forma como nuestro acero es el S275 JR y el espesor nominal es de 7 mm, obtenemos que:

$$f_u = 410 \text{ N/mm}^2$$

Entonces tenemos que:

$$\frac{e_1}{3d_o} = \frac{15,5 \text{ mm}}{3 \cdot 9 \text{ mm}} = 0,574$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} = \frac{700 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{410 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 1,71$$

1

Así pues, el valor de α es 0,574.

Por lo tanto, la resistencia a aplastamiento será:

$$F_{t.Rd} = 1 \cdot \frac{2,5 \cdot 0,574 \cdot 410 \frac{N}{mm^2} \cdot 8 \text{ mm} \cdot 7 \text{ mm}}{1,25} = 26358,08 \text{ N}$$

Como tenemos 4 tornillos de estas características, la resistencia a aplastamiento total será de:

$$F_{t.Rd \text{ total}} = 26358,08 \text{ N} \cdot 4 = 105432,32 \text{ N}$$

Este resultado es muy superior a cualquier solicitud a la que este componente se verá sometido, por lo que, la colocación de este tipo de pernos garantiza una total seguridad tanto de las chapas laterales del anclaje como de las guías de la escalera frente a aplastamiento.

10. CÁLCULO DE PERNOS DE ANCLAJE

En este apartado, se dimensionarán los pernos de las placas de anclaje. Para ello, se deberá tener en cuenta que el pavimento de la nave es de hormigón armado HA-25 de espesor suficiente para la longitud obtenida para dichos pernos.

10.1. Procedimiento para el cálculo de los pernos de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

10.1.1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

10.1.2. Pernos de anclaje

10.1.2.1. Resistencia del material de los pernos

Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

10.1.2.2. Anclaje de los pernos

Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

10.1.2.3. Aplastamiento

Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

10.1.3. Placa de anclaje

10.1.3.1. Tensiones globales

En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

10.1.3.2. Flechas globales relativas

Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

10.1.3.3. Tensiones locales

Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

10.2. Pernos de anclaje estructura del soporte inferior

10.2.1. Detalle

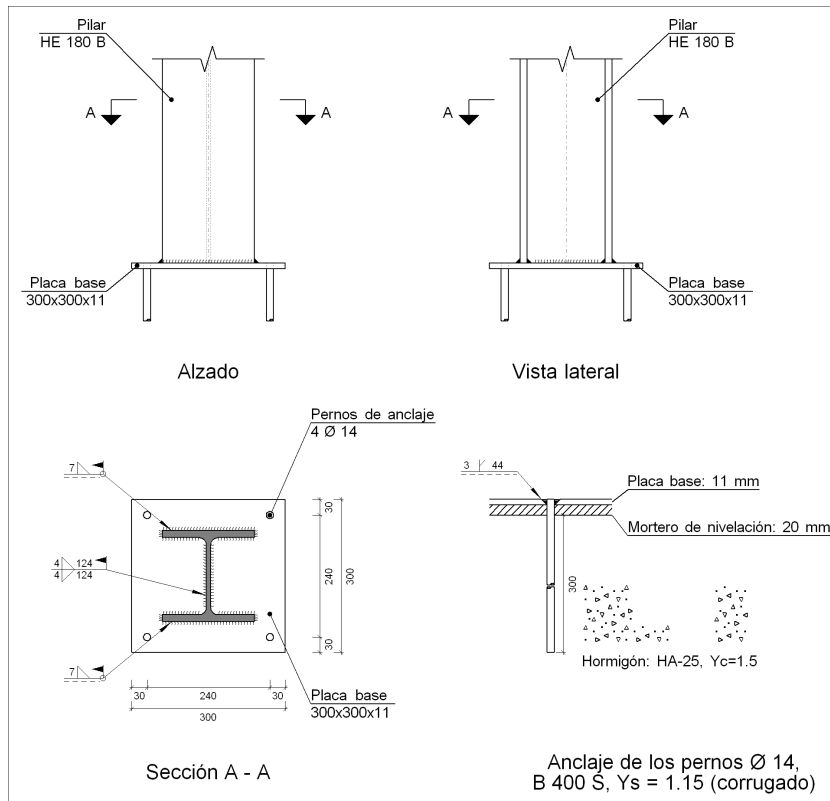


Figura 27. Detalle de los pernos de anclaje del soporte inferior

10.2.2. Descripción de los componentes de la unión

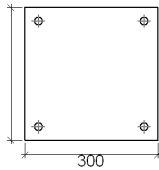
Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	fy (kp/cm ²)	fu (kp/cm ²)
Placa base		300	300	11	4	20	16	3	S275	2803.3	4179.4

Tabla 121. Descripción de los componentes de la placa de anclaje del soporte inferior

10.2.3. Comprobación

10.2.3.1. Cordones de soldadura pilar-placa de anclaje

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	180	11.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	124	8.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	180	11.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 122. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte inferior

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	2.8	2.8	0.1	5.6	1.46	2.8	0.86	410.0	0.85
Soldadura del alma	2.8	2.8	0.5	5.7	1.47	2.8	0.85	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	2.7	2.7	0.1	5.4	1.40	2.7	0.83	410.0	0.85

Tabla 123. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte inferior

10.2.3.2. Placa de anclaje

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 42 mm Calculado: 241 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 21 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 3.66 t Calculado: 0 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 2.562 t Calculado: 0.001 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 3.66 t Calculado: 0.001 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.023 t Calculado: 0 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 0.551098 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 8.223 t Calculado: 0 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 212.628 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 212.628 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 212.638 kp/cm ²	Cumple

Comprobación	Valores	Estado
- Abajo:	Calculado: 212.638 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 4460.65	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 4460.65	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4460.65	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4460.65	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 0 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Tabla 124. Comprobaciones placa de anclaje del soporte inferior

10.2.3.3. Cordones de soldadura perno-placa de anclaje

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	3	44	11.0	90.00
<i>l: Longitud efectiva</i>					
<i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 125. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte inferior

Comprobación de resistencia				
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f _u	β _w

	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)	(N/mm ²)	
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 126. Comprobación de resistencia de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte inferior

10.3. Pernos de anclaje estructura del soporte superior

10.3.1. Detalle

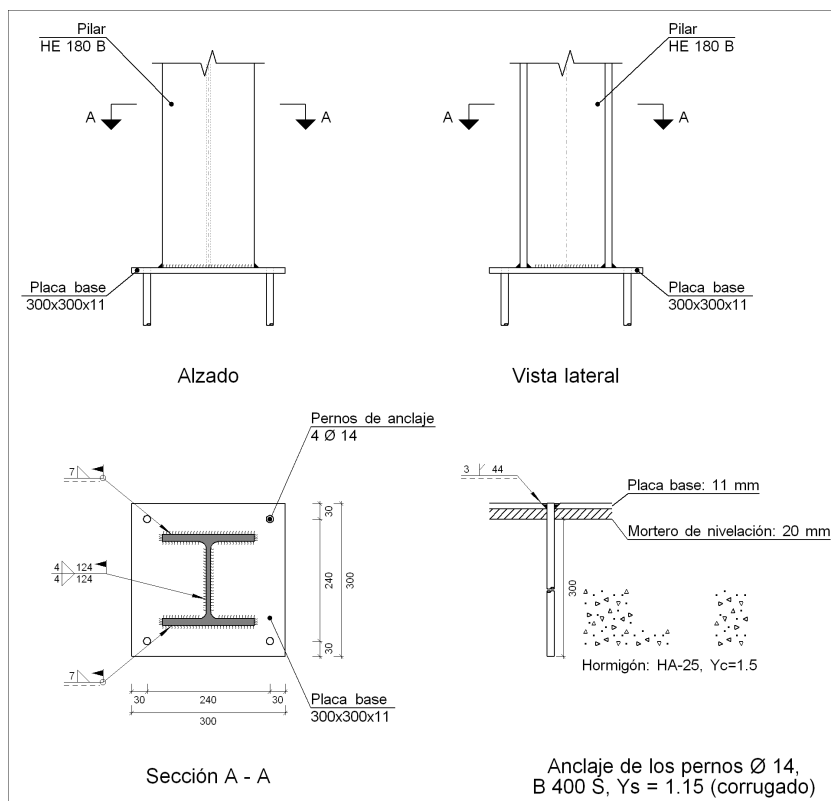


Figura 28. Detalle de los pernos de anclaje del soporte inferior

10.3.2. Descripción de los componentes de la unión

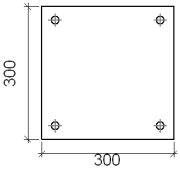
Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Placa base		300	300	11	4	20	16	3	S275	2803.3	4179.4

Tabla 127. Descripción de los componentes de la placa de anclaje del soporte superior

10.3.3. Comprobación

10.3.3.1. Cordones de soldadura pilar-placa de anclaje

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	180	11.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	124	8.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	180	11.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 128. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte superior

Comprobación de resistencia				
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u	β_w

	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)	(N/mm ²)	
Soldadura del ala superior	2.7	2.7	0.1	5.4	1.41	2.7	0.83	410.0	0.85
Soldadura del alma	3.1	3.1	0.6	6.2	1.60	3.1	0.93	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	3.1	3.1	0.1	6.3	1.62	3.1	0.96	410.0	0.85

Tabla 129. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte superior

10.3.3.2. Placa de anclaje

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 42 mm Calculado: 241 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 21 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 3.66 t Calculado: 0 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 2.562 t Calculado: 0.001 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 3.66 t Calculado: 0.002 t	Cumple

Comprobación	Valores	Estado
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.023 t Calculado: 0 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 1.16188 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 8.223 t Calculado: 0.001 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 205.798 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 205.798 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 205.81 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 205.81 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 4608.76	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 4608.76	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4608.76	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4608.76	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 0 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Tabla 130. Comprobaciones placa de anclaje del soporte superior

10.3.3.3. Cordones de soldadura perno-placa de anclaje

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	3	44	11.0	90.00
<i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 131. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte superior

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 132. Comprobación de resistencia de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje del soporte superior

10.4. Pernos de anclaje estructura inferior de las escaleras

10.4.1. Detalle

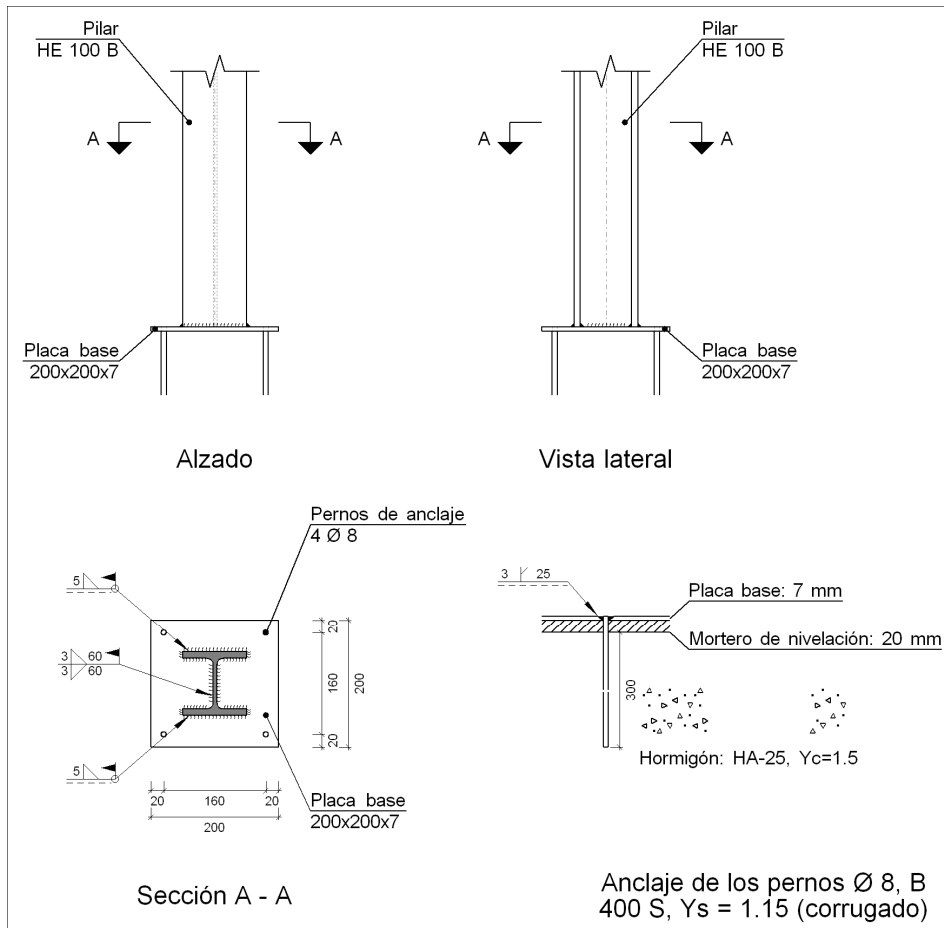


Figura 29. Detalle de los pernos de anclaje de la estructura inferior de las escaleras

10.4.2. Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	fy (kp/cm ²)	fu (kp/cm ²)

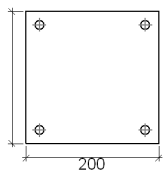
Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	fy (kp/cm ²)	fu (kp/cm ²)
Placa base		200	200	7	4	14	10	3	S275	2803.3	4179.4

Tabla 133. Descripción de los componentes de la placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras

10.4.3. Comprobación

10.4.3.1. Cordones de soldadura pilar-placa de anclaje

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	100	7.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	60	6.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	100	7.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Tabla 134. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras

Comprobación de resistencia				
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f _u	β _w

	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)	(N/mm ²)	
Soldadura del ala superior	23.8	23.8	1.0	47.6	12.35	23.8	7.26	410.0	0.85
Soldadura del alma	22.9	22.9	2.9	46.1	11.94	22.9	6.98	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	23.8	23.8	1.0	47.7	12.36	23.8	7.27	410.0	0.85

Tabla 135. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras

10.4.3.2. Placa de anclaje

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 2.091 t Calculado: 0 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 1.464 t Calculado: 0.011 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 2.091 t Calculado: 0.016 t	Cumple

Comprobación	Valores	Estado
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 1.641 t Calculado: 0 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 37.1169 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 2.99 t Calculado: 0.01 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1577.04 kp/cm ² Calculado: 1577.04 kp/cm ² Calculado: 1728.19 kp/cm ² Calculado: 1726.47 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 588.253 Calculado: 588.253 Calculado: 497.391 Calculado: 498.229	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 0 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Tabla 136. Comprobaciones placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras

10.4.3.3. Cordones de soldadura perno-placa de anclaje

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	3	25	7.0	90.00
<i>l: Longitud efectiva</i>					
<i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 137. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 138. Comprobación de resistencia de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura inferior de las escaleras

10.5. Pernos de anclaje estructura superior de las escaleras

10.5.1. Detalle

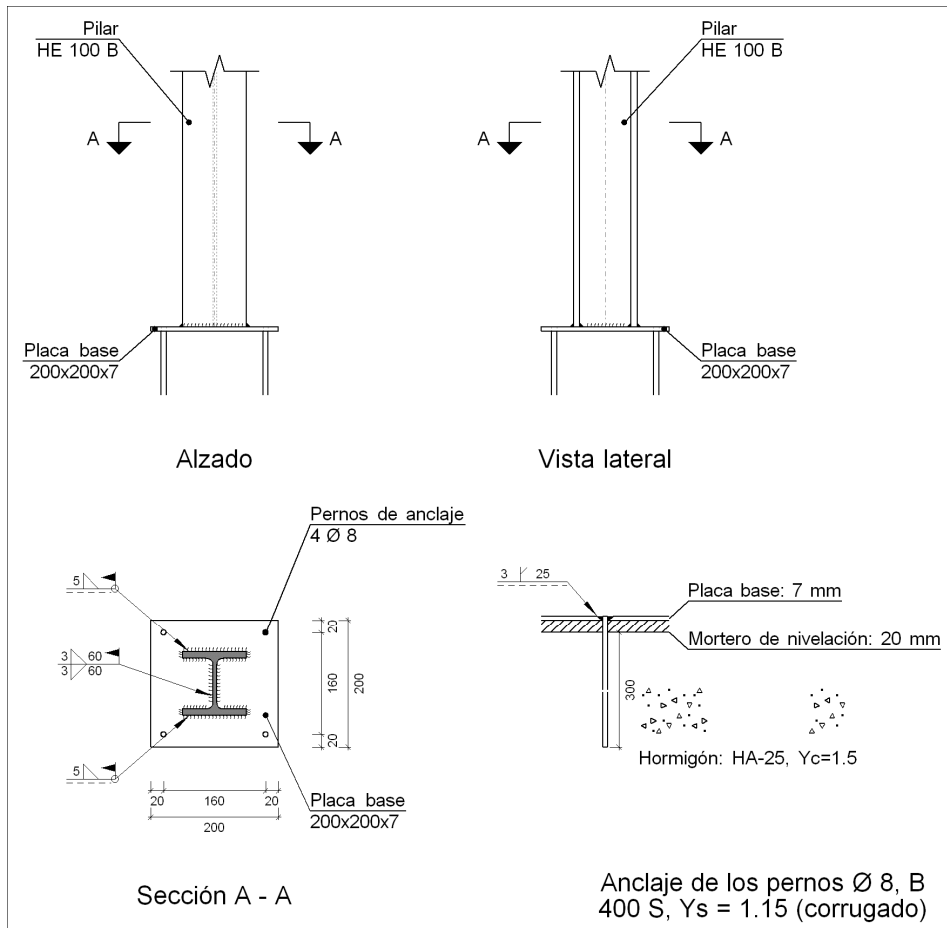


Figura 30. Detalle de los pernos de anclaje de la estructura superior de las escaleras

10.5.2. Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	fy (kp/cm²)	fu (kp/cm²)

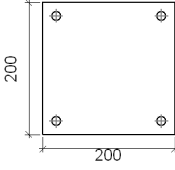
Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Placa base		200	200	7	4	14	10	3	S275	2803.3	4179.4

Tabla 139. Descripción de los componentes de la placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras

10.5.3. Comprobación

10.5.3.1. Cordones de soldadura pilar-placa de anclaje

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	100	7.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	60	6.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	100	7.0	90.00
<p><i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i></p>					

Tabla 140. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras

Comprobación de resistencia				
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u	β_w

	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)	(N/mm ²)	
Soldadura del ala superior	18.6	18.6	0.9	37.2	9.63	18.6	5.66	410.0	0.85
Soldadura del alma	18.6	18.6	2.5	37.5	9.72	18.6	5.68	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	18.7	18.7	0.9	37.3	9.68	18.7	5.69	410.0	0.85

Tabla 141. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras

10.5.3.2. Placa de anclaje

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:	Calculado: 0 t	
- Tracción:	Máximo: 2.091 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 1.464 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 2.091 t	Cumple

Comprobación	Valores	Estado
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 1.641 t Calculado: 0 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 0.373534 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 2.99 t Calculado: 0 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1344.41 kp/cm ² Calculado: 1344.41 kp/cm ² Calculado: 1344.41 kp/cm ² Calculado: 1344.41 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 647.081 Calculado: 647.081 Calculado: 647.081 Calculado: 647.081	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 0 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Tabla 142. Comprobaciones placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras

10.5.3.3. Cordones de soldadura perno-placa de anclaje

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	3	25	7.0	90.00
<i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 143. Comprobación geométrica de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 144. Comprobación de resistencia de los cordones de soldadura pilar-placa de anclaje de la estructura superior de las escaleras

11. CÁLCULO DE SOLDADURAS

11.1. Procedimiento para el cálculo de soldaduras

11.1.1. Especificaciones

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

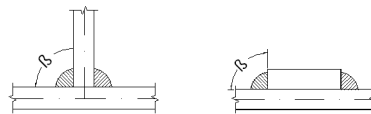
Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

- 1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- 2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- 3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

- 4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
- 5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
- Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Unión en 'T' Unión en solape

Figura 31. Ángulo β en las uniones soldadas

Comprobaciones:

- a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

- b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

$$\text{Tensión de Von Mises } \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\text{Tensión normal } \sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde $K = 1$.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

11.1.2. Referencias y simbología

a [mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A

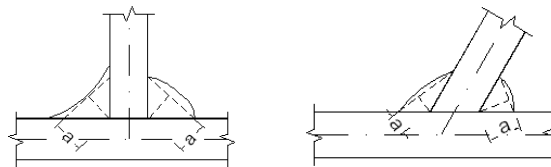


Figura 32. Espesor de garganta en cordones de soldadura en ángulo

L [mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

Método de representación de soldaduras

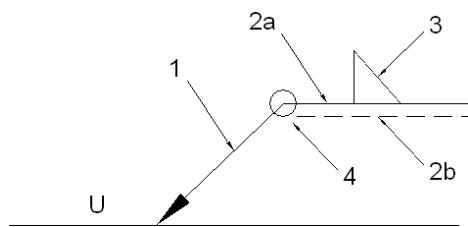


Figura 33. Método de representación de soldaduras

Referencias:

- 1: línea de la flecha
- 2a: línea de referencia (línea continua)
- 2b: línea de identificación (línea a trazos)
- 3: símbolo de soldadura
- 4: indicaciones complementarias
- U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

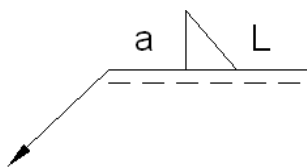


Figura 34. Cordón de soldadura por el lado de la flecha

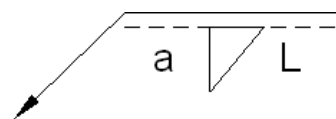


Figura 35. Cordón de soldadura por el lado opuesto a la flecha

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Tabla 145. Tipos de soldaduras

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

Tabla 146. Otras representaciones de las soldaduras

11.2. Soldaduras de la estructura del soporte inferior

11.2.1. Soldadura tipo 2 de la estructura del soporte inferior

11.2.1.1. Detalle

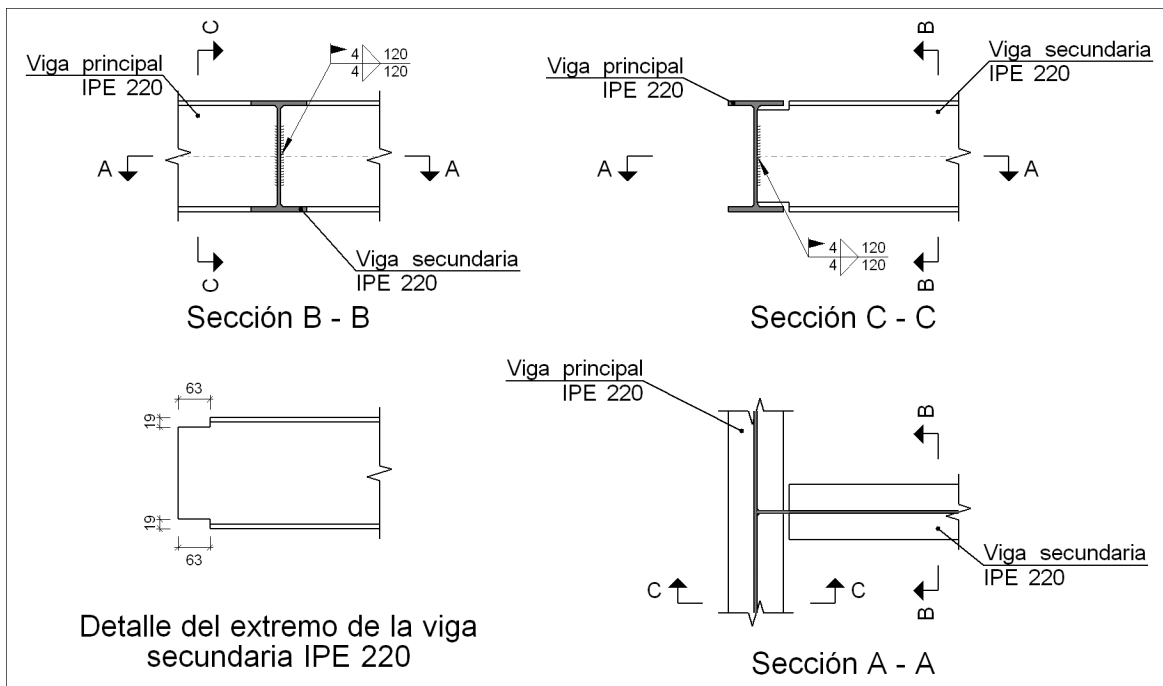


Figura 36. Detalle de las soldaduras tipo 2 del soporte inferior

11.2.1.2. Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

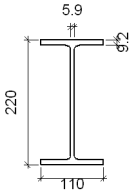
Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4

Tabla 147. Descripción de los componentes de la unión tipo 2 de la estructura del soporte inferior

11.2.1.3. Comprobación viga principal

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	kN	0.00	67.95	0.00

Tabla 148. Comprobación de la viga principal de la unión tipo 2 de la estructura del soporte inferior

11.2.1.4. Comprobación viga secundaria IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Pandeo local	N/mm ²	10.20	164.86	6.19
	Tensión de Von Mises	N/mm ²	12.33	261.90	4.71

Tabla 149. Comprobación de la viga secundaria de la unión tipo 2 de la estructura del soporte inferior

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	120	5.9	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 150. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la unión tipo 2 de la estructura del soporte inferior

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥	τ _⊥	τ _∥	Valor	Aprov.	σ _⊥	Aprov.		
	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(%)	(N/mm ²)	(%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	5.2	9.1	2.36	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 151. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la unión tipo 2 de la estructura del soporte inferior

11.2.2. Soldadura tipo 3 y tipo 4 de la estructura del soporte inferior

11.2.2.1. Detalle

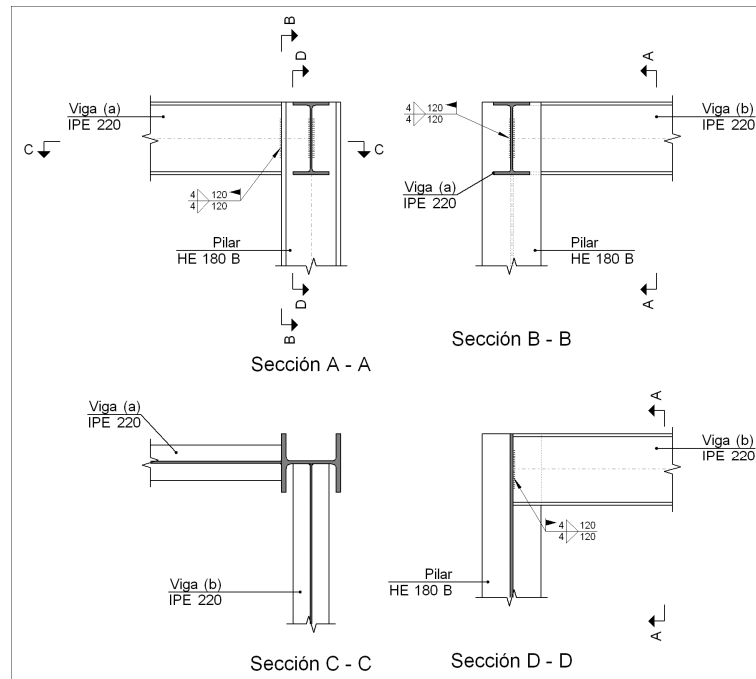


Figura 37. Detalle de las soldaduras tipo 3 del soporte inferior

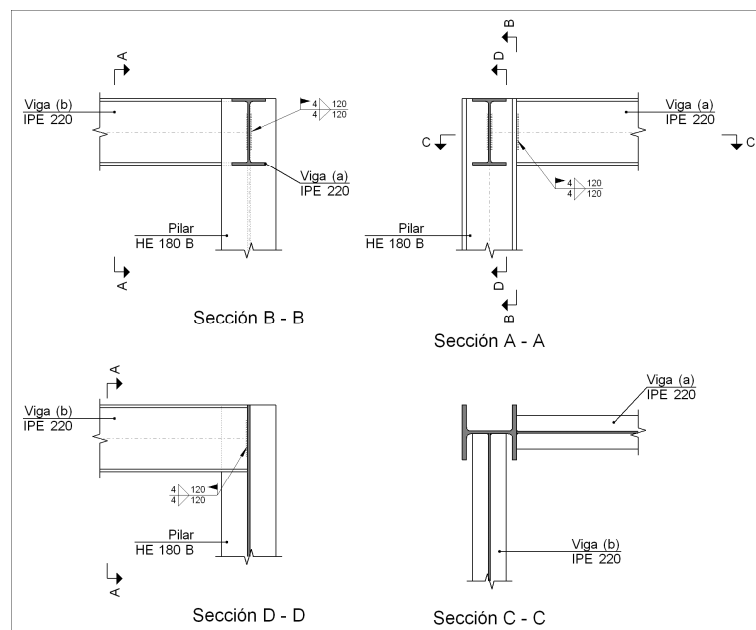


Figura 38. Detalle de las soldaduras tipo 4 del soporte inferior

11.2.2.2. Descripción de los componentes de la unión

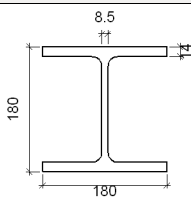
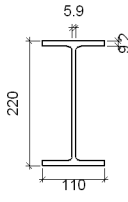
Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4

Tabla 152. Descripción de los componentes de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior

11.2.2.3. Comprobación viga (a) IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	1.81	261.90	0.69

Tabla 153. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	120	5.9	90.00

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 154. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.8	1.3	0.34	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 155. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior

11.2.2.4. Comprobación viga (b) IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	41.57	261.90	15.87

Tabla 156. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	120	5.9	90.00

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 157. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	17.7	30.7	7.95	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 158. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 3 y 4 de la estructura del soporte inferior

11.2.3. Soldadura tipo 5 de la estructura del soporte inferior

11.2.3.1. *Detalle*

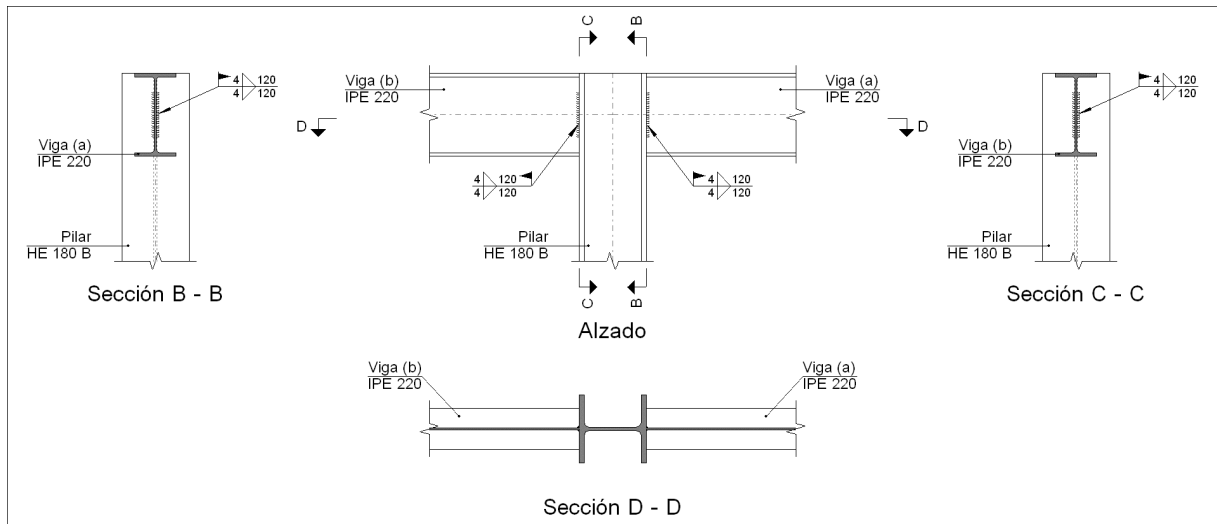


Figura 39. Detalle de las soldaduras tipo 5 del soporte inferior

11.2.3.2. *Descripción de los componentes de la unión*

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4

Tabla 159. Descripción de los componentes de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior

11.2.3.3. Comprobación viga (a) IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	1.81	261.90	0.69

Tabla 160. Comprobación de la viga (a) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	120	5.9	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 161. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.8	1.3	0.34	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 162. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior

11.2.3.4. Comprobación viga (b) IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	1.81	261.90	0.69

Tabla 163. Comprobación de la viga (b) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	120	5.9	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 164. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.8	1.3	0.34	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 165. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de la unión tipo 5 de la estructura del soporte inferior

11.3. Soldaduras de la estructura del soporte superior

11.3.1. Soldadura tipo 2 y tipo 3 de la estructura del soporte superior

11.3.1.1. Detalle

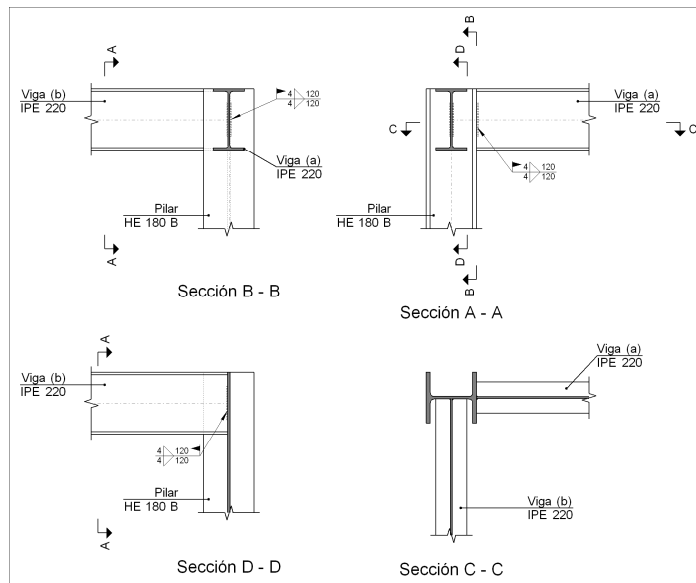


Figura 40. Detalle de las soldaduras tipo 2 del soporte superior

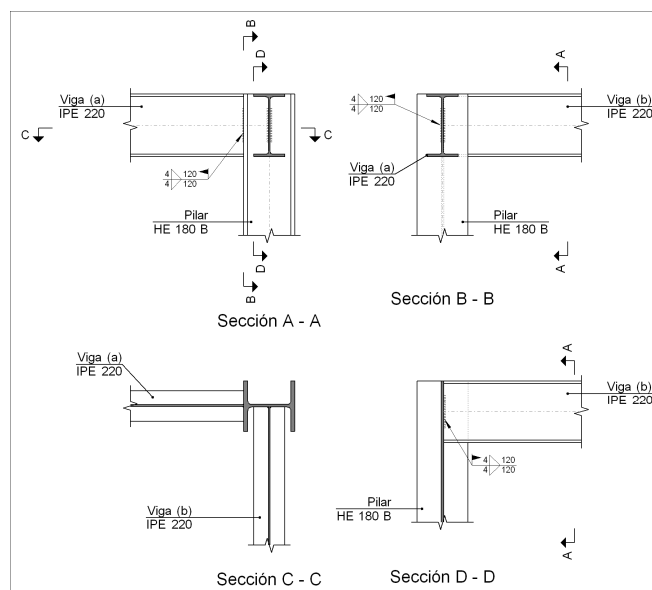


Figura 41. Detalle de las soldaduras tipo 3 del soporte superior

11.3.1.2. Descripción de los componentes de la unión

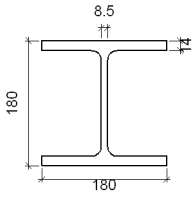
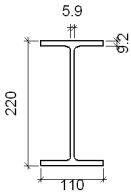
Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4

Tabla 166. Descripción de los componentes de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior

11.3.1.3. Comprobación viga (a) IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	6.22	261.90	2.38

Tabla 167. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	120	5.9	90.00

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 168. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	2.6	4.6	1.19	0.0	0.01	410.0	0.85

Tabla 169. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior

11.3.1.4. Comprobación viga (b) IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	27.46	261.90	10.49

Tabla 170. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	120	5.9	90.00

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 171. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	11.7	20.3	5.25	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 172. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura del soporte superior

11.3.2. Soldadura tipo 4 de la estructura del soporte inferior

11.3.2.1. Detalle

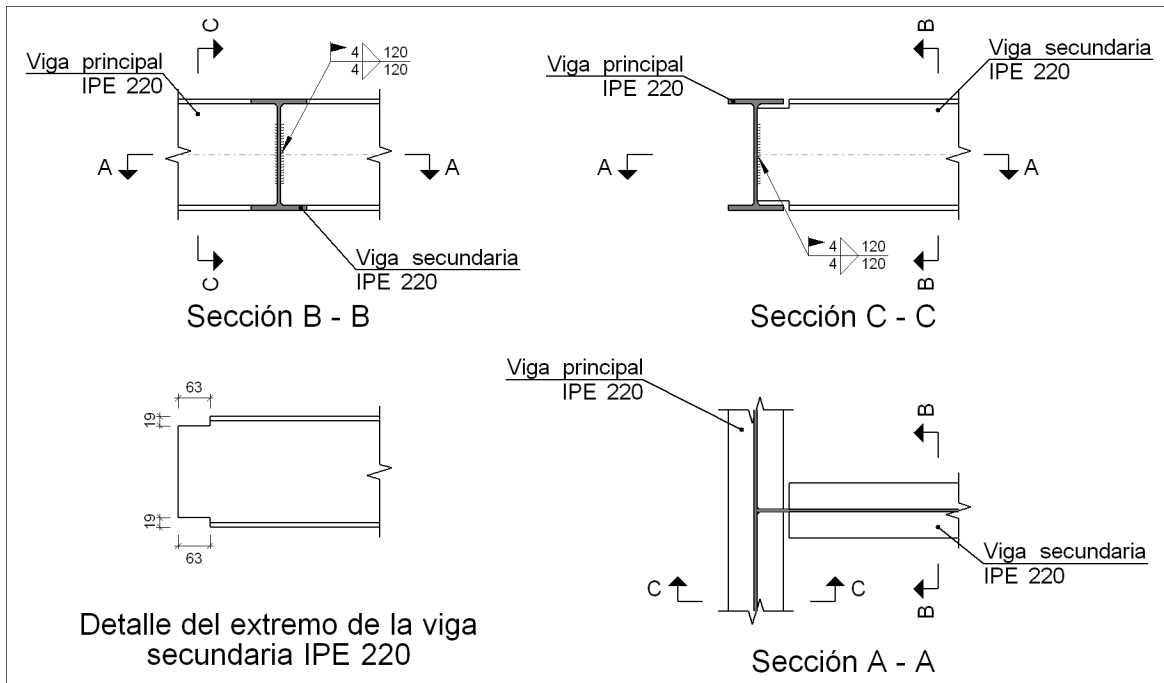


Figura 42. Detalle de las soldaduras tipo 4 del soporte superior

11.3.2.2. Descripción de los componentes de la unión

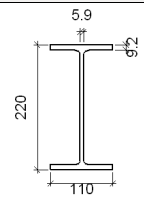
Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4

Tabla 173. Descripción de los componentes de la unión tipo 4 de la estructura del soporte superior

11.3.2.3. Comprobación viga principal

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	kN	0.00	67.95	0.00

Tabla 174. Comprobación de la viga principal de la unión tipo 4 de la estructura del soporte superior

11.3.2.4. Comprobación viga secundaria IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Pandeo local	N/mm ²	37.53	164.86	22.76
	Tensión de Von Mises	N/mm ²	45.34	261.90	17.31

Tabla 175. Comprobación de la viga secundaria de la unión tipo 4 de la estructura del soporte superior

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	120	5.9	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 176. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la unión tipo 4 de la estructura del soporte superior

Comprobación de resistencia				
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f _u	β _w

	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)	(N/mm ²)	
Soldadura del alma	0.0	0.0	19.3	33.4	8.67	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 177. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la unión tipo 4 de la estructura del soporte superior

11.3.3. Soldadura tipo 5 de la estructura del soporte inferior

11.3.3.1. Detalle

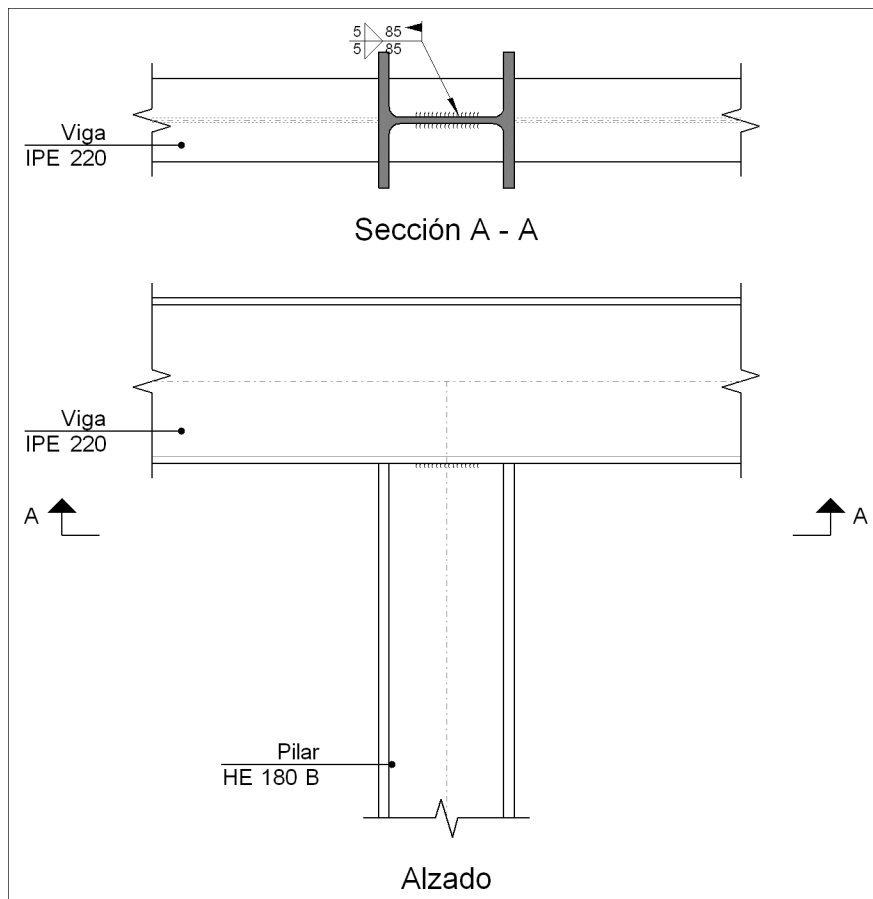


Figura 43. Detalle de las soldaduras tipo 5 del soporte superior

11.3.3.2. Descripción de los componentes de la unión

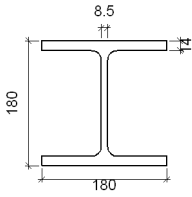
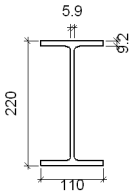
Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4

Tabla 178. Descripción de los componentes de la unión tipo 5 de la estructura del soporte superior

11.3.3.3. Comprobación pilar HEB 180

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	25.83	261.90	9.86

Tabla 179. Comprobación del pilar HEB 180 de la unión tipo 5 de la estructura del soporte superior

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	5	85	8.5	90.00

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 180. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura del pilar HEB 180 de la unión tipo 5 de la estructura del soporte superior

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	15.5	15.5	0.0	31.1	8.05	15.5	4.73	410.0	0.85

Tabla 181. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura del pilar HEB 180 de la unión tipo 5 de la estructura del soporte superior

11.4. Soldaduras de la estructura inferior de las escaleras

11.4.1. Soldadura tipo 2 y tipo 3 de la estructura inferior de las escaleras

11.4.1.1. Detalle

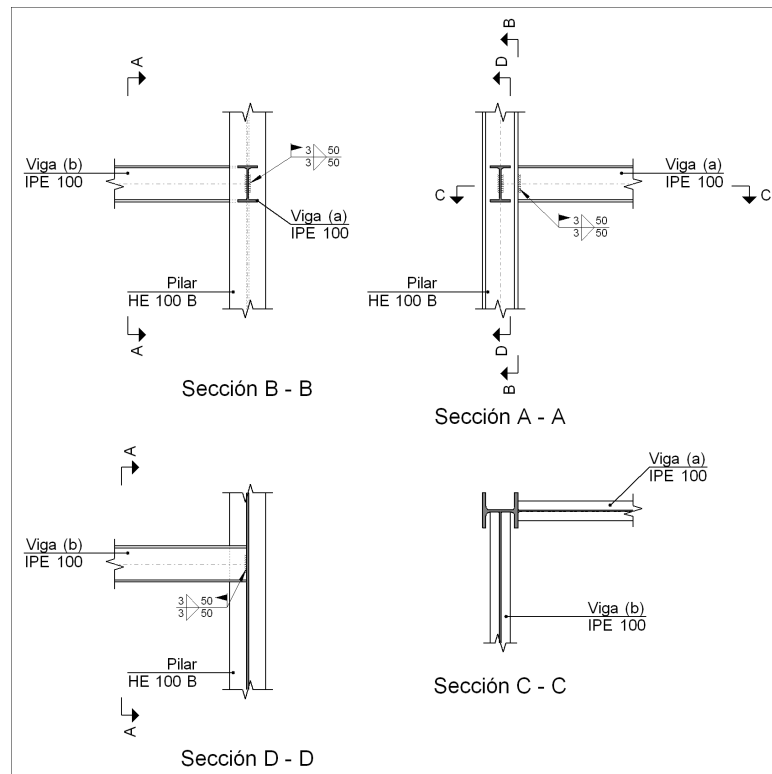


Figura 44. Detalle de las soldaduras tipo 2 de la estructura inferior de las escaleras

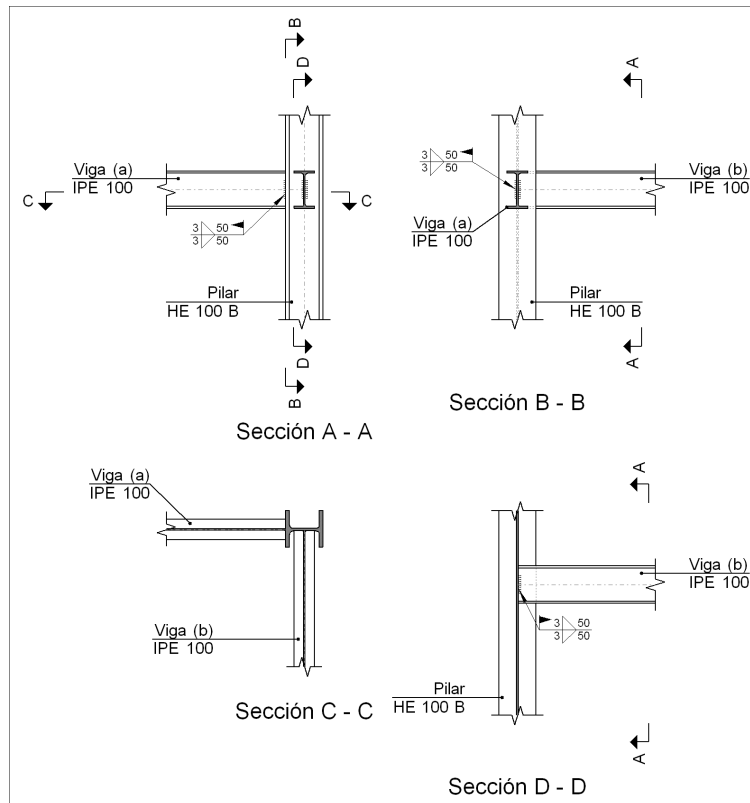


Figura 45. Detalle de las soldaduras tipo 3 de la estructura inferior de las escaleras

11.4.1.2. Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 100 B		100	100	10	6	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	2803.3	4179.4

Tabla 182. Descripción de los componentes de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras

11.4.1.3. Comprobación viga (a) IPE 100

En este caso, como se tienen cargas puntuales solo en uno de los lados de la estructura, se tienen unos valores de tensión superiores en la unión tipo 3 que en la tipo 2 pese a ser iguales las soldaduras. Para el estudio, se cogerán los valores más extremos de tensiones, es decir los de la unión del tipo 3.

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	171.08	261.90	65.32

Tabla 183. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 184. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.4	0.4	67.5	116.9	30.29	0.4	0.12	410.0	0.85

Tabla 185. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras

11.4.1.4. Comprobación viga (b) IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	0.37	261.90	0.14

Tabla 186. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Tabla 187. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras

Comprobación de resistencia						
Ref.	Tensión de Von Mises			Tensión normal	f_u	β_w

	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)	(N/mm ²)	
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.1	0.3	0.06	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 188. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura inferior de las escaleras

11.4.2. Soldadura tipo 4 y tipo 5 de la estructura inferior de las escaleras

11.4.2.1. Detalle

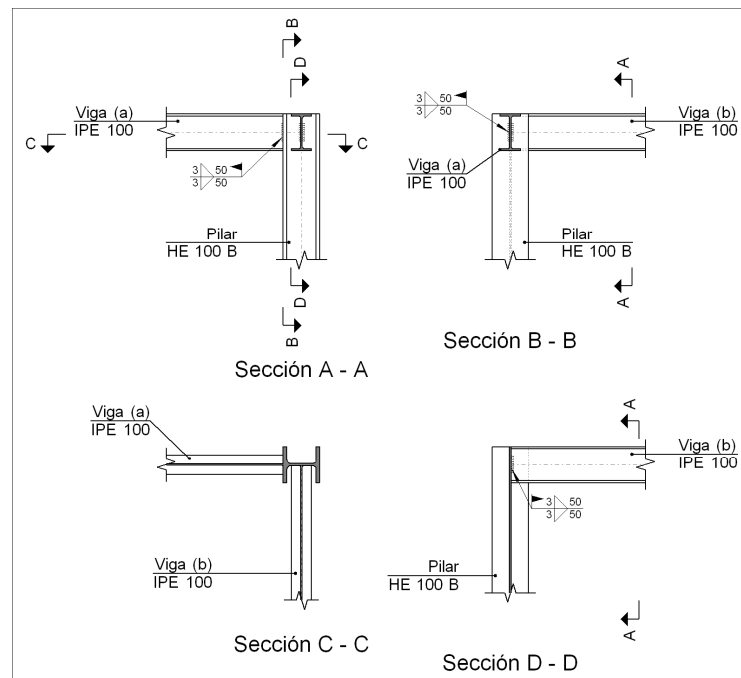


Figura 46. Detalle de las soldaduras tipo 4 de la estructura inferior de las escaleras

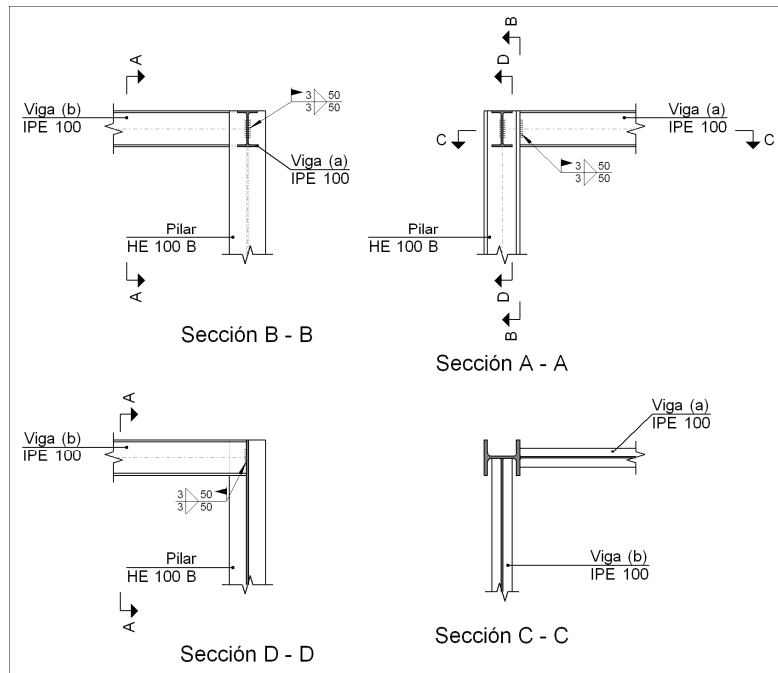


Figura 47. Detalle de las soldaduras tipo 5 de la estructura inferior de las escaleras

11.4.2.2. Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 100 B		100	100	10	6	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	2803.3	4179.4

Tabla 189. Descripción de los componentes de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras

11.4.2.3. Comprobación viga (a) IPE 100

En este caso, como se tienen cargas puntuales solo en uno de los lados de la estructura, se tienen unos valores de tensión superiores en la unión tipo 4 que en la tipo 5 pese a ser iguales las soldaduras. Para el estudio, se cogerán los valores más extremos de tensiones, es decir los de la unión del tipo 4.

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	171.10	261.90	65.33

Tabla 190. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 191. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	1.3	1.3	67.5	116.9	30.30	1.3	0.39	410.0	0.85

Tabla 192. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras

11.4.2.4. Comprobación viga (b) IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	0.37	261.90	0.14

Tabla 193. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 194. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.1	0.3	0.06	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 195. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura inferior de las escaleras

11.5. Soldaduras de la estructura superior de las escaleras

11.5.1. Soldadura tipo 2 y tipo 3 de la estructura superior de las escaleras

11.5.1.1. Detalle

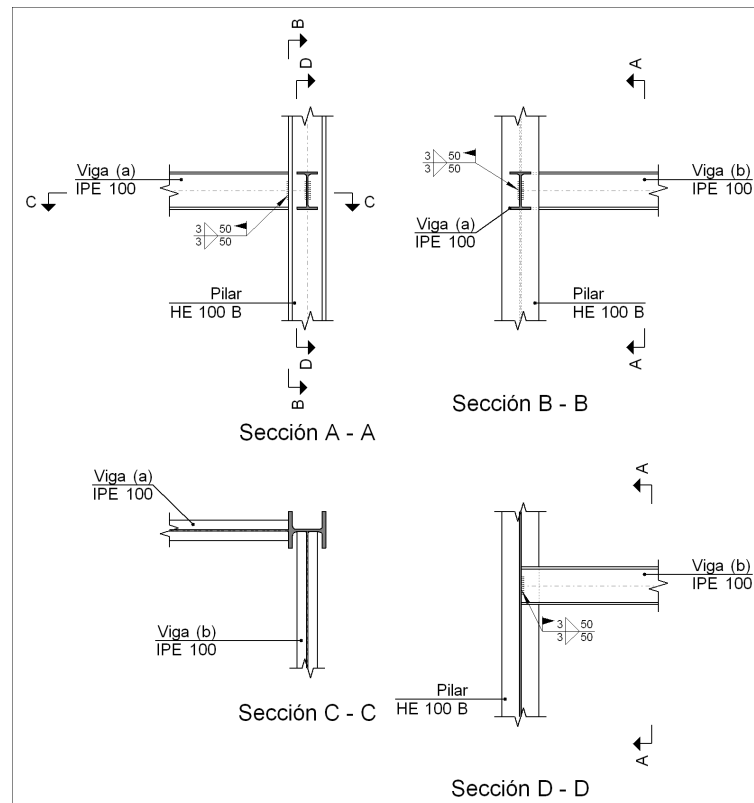


Figura 48. Detalle de las soldaduras tipo 2 de la estructura inferior de las escaleras

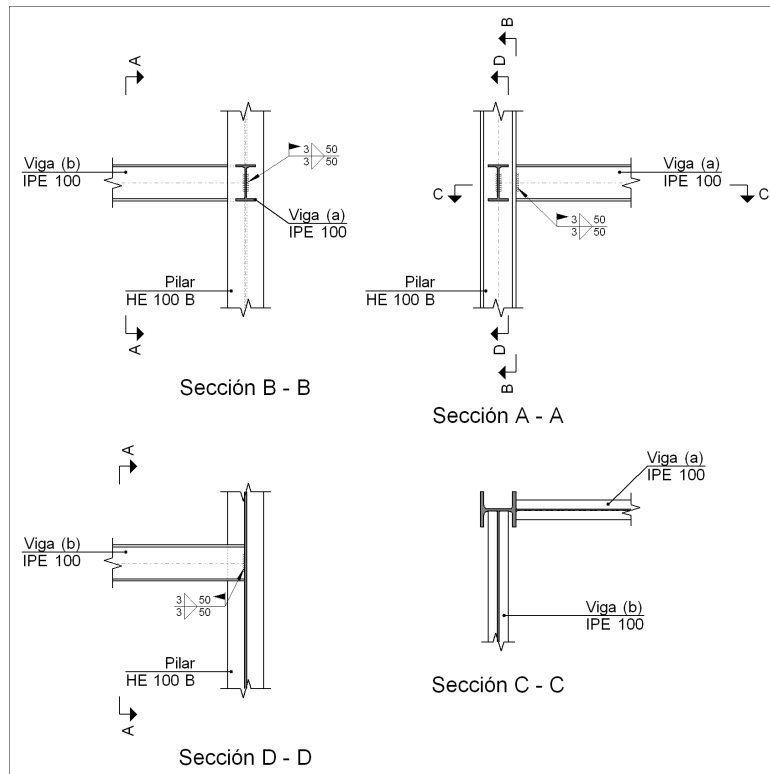


Figura 49. Detalle de las soldaduras tipo 3 de la estructura superior de las escaleras

11.5.1.2. Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 100 B		100	100	10	6	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	2803.3	4179.4

Tabla 196. Descripción de los componentes de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras

11.5.1.3. Comprobación viga (a) IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	4.96	261.90	1.89

Tabla 197. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 198. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	2.0	3.4	0.88	0.0	0.01	410.0	0.85

Tabla 199. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras

11.5.1.4. Comprobación viga (b) IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	157.56	261.90	60.16

Tabla 200. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Tabla 201. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	62.2	107.7	27.90	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 202. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 2 y 3 de la estructura superior de las escaleras

11.5.2. Soldadura tipo 4 y tipo 5 de la estructura inferior de las escaleras

11.5.2.1. Detalle

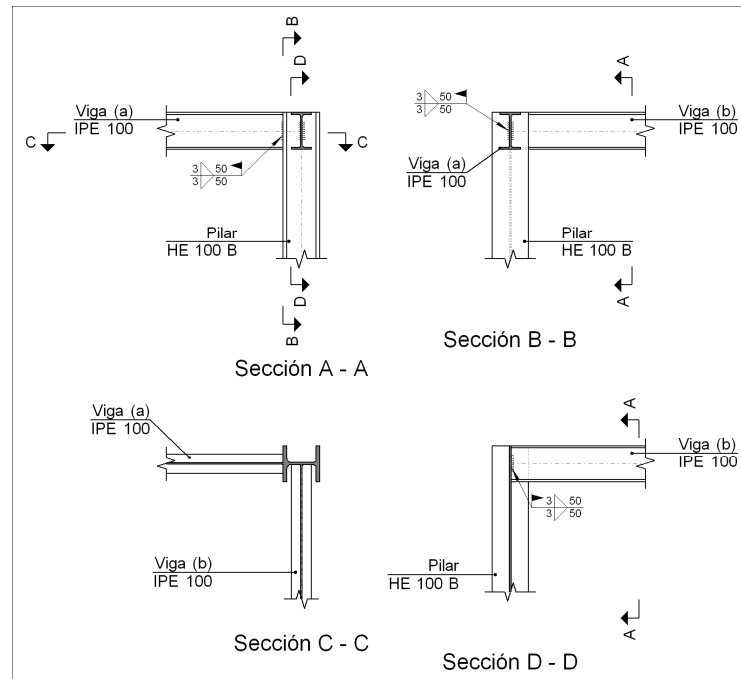


Figura 50. Detalle de las soldaduras tipo 4 de la estructura superior de las escaleras

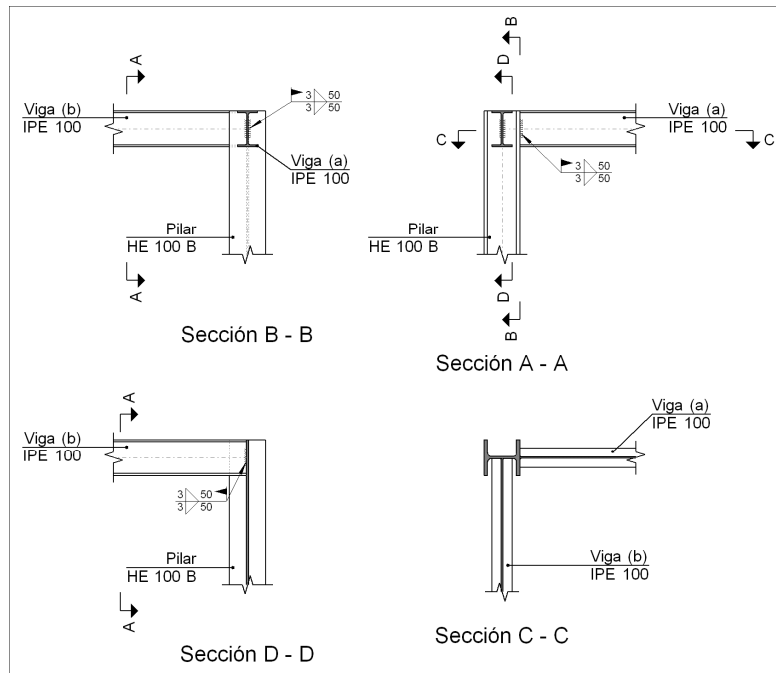


Figura 51. Detalle de las soldaduras tipo 5 de la estructura superior de las escaleras

11.5.2.2. Descripción de los componentes de la unión

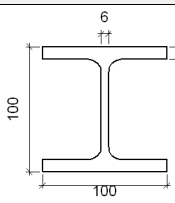
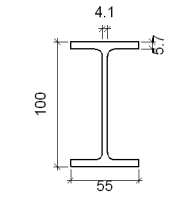
Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 100 B		100	100	10	6	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	2803.3	4179.4

Tabla 203. Descripción de los componentes de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras

11.5.2.3. Comprobación viga (a) IPE 100

En este caso, como se tienen cargas puntuales solo en uno de los lados de la estructura, se tienen unos valores de tensión superiores en la unión tipo 4 que en la tipo 5 pese a ser iguales las soldaduras. Para el estudio, se cogerán los valores más extremos de tensiones, es decir los de la unión del tipo 4.

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	4.96	261.90	1.89

Tabla 204. Comprobación de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 205. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	2.0	3.4	0.88	0.0	0.01	410.0	0.85

Tabla 206. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (a) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras

11.5.2.4. Comprobación viga (b) IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	121.38	261.90	46.35

Tabla 207. Comprobación de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 208. Comprobaciones geométricas de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	47.9	82.9	21.49	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 209. Comprobaciones de resistencia de los cordones de soldadura de la viga (b) de las uniones tipo 4 y 5 de la estructura superior de las escaleras

ULL

Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO II:

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

**Diseño y cálculo de un sistema de clasificación
automático mediante sistemas neumáticos**

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica

Autores: Iván Hernández Jacinto y Arístides Hernández Pérez

Tutor: Alejandro Félix Molowny López-Peñalver

Septiembre 2015

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO	2
2.1. Intensidad de cálculo	2
2.2. Intensidad proyectada	4
2.3. Sección de cálculo del cable	4
2.4. Sección proyectada del cable	5
2.5. Diámetro del tubo	5
2.6. Resultados finales	5

1. INTRODUCCIÓN

Para realizar los cálculos eléctricos de la instalación de la nave, se han tenido que calcular una serie de factores siguiendo las indicaciones de la guía del reglamento de baja tensión BT-25. Así pues, se han obtenido el número de los circuitos, la intensidad que circulará por ellos, y por último, la sección de los conductores y el diámetro de tubo necesario.

2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Una vez identificados el número de circuitos que se necesitan añadir a los ya existentes en la planta, así como la potencia prevista para cada uno de ellos, se seguirán los criterios especificados en la guía de baja tensión BT 25, para el cálculo de la intensidad, la sección de cable necesaria y el diámetro del tubo.

2.1. Intensidad de cálculo

2.1.1. Intensidad de cálculo circuitos

Para calcular el valor de la intensidad de corriente prevista en cada circuito se utilizará la fórmula:

$$I_{calc} = n \cdot I_a \cdot F_s \cdot F_u$$

Donde:

- N: nº de puntos.
- I_a : Intensidad prevista por toma o receptor.

$$I_a = \frac{\text{Potencia prevista}}{230}$$

- F_s (factor de simultaneidad): Relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total.
- F_u (factor de utilización): Factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor.

2.1.2. Intensidad de cálculo de la acometida

Para calcular el valor de la intensidad de corriente prevista para la acometida se utilizará la fórmula:

$$I_{calc} = n \cdot I_a \cdot F_s \cdot F_u$$

Donde:

- N: nº de puntos.
- I_a: Intensidad prevista por toma o receptor.

$$I_a = \frac{\text{Potencia prevista}}{230 \cdot \sqrt{3}}$$

- F_s (factor de simultaneidad): Relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total.
- F_u (factor de utilización): Factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor.

2.2. Intensidad proyectada

Una vez calculado el valor de la intensidad de cálculo, se seleccionará la intensidad nominal, que será la inmediatamente superior a la obtenida, de acuerdo a los valores normalizados mostrados a continuación en la tabla 1:

Intensidad proyectada [A]	10	16	20	25	50
---------------------------	----	----	----	----	----

Tabla 1. Valores comerciales de interruptores

2.3. Sección de cálculo del cable

Para calcular la sección de cálculo del cable, se han tenido que calcular una serie de parámetros que se describen a continuación:

- Resistencia aplicando una caída de tensión V del 3%:

$$R = \frac{V}{I_{calc}}$$

- Una vez calculada la resistencia R, se ha obtenido la sección del cable usando la siguiente ecuación:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S_{cable}}$$

Donde $\rho=0,0172 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ para el cobre y el valor de la longitud L, viene dado en función de la longitud máxima que tendrá el cable para cada uno de los circuitos.

2.4. Sección proyectada del cable

Una vez calculada la sección del cable, se ha tenido que estimar a un valor normalizado de los mostrados en la tabla 2.

Sección del cable [mm ²]	1,5	2,5	4	6
--------------------------------------	-----	-----	---	---

Tabla 2. Secciones normalizadas para cables

2.5. Diámetro del tubo

Por último, el diámetro del tubo se ha seleccionado en función de la sección del conductor, especificado en la guía, y considerando el máximo número de conductores, tal como indica la tabla 3.

Sección nominal de los conductores unipolares [mm ²]	Diámetro exterior de los tubos [mm]				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25

Tabla 3. Diámetros de tubo normalizados en función de la sección de los conductores

2.6. Resultados finales

En la siguiente tabla 4, se muestran los resultados de los cálculos eléctricos que se han obtenido. Los circuitos que se han añadido son los siguientes:

- C11: Máquina vibratoria
- C12: Separador plásticos 1

- C13: Separador plásticos 2
- C14: Cintas transportadoras
- C15: Parte electrónica de las máquinas
- C16: Acometida

Circuito	Potencia prevista [W]	F_s	F_u	n° puntos	Tipo de toma	Intensidad calculada [A]	Intensidad proyectada [A]	Sección calculada [mm²]	Sección proyectada [mm²]	Diámetro tubo [mm]	R [Ω]	L_{max} [m]
C11	5500	1	1	1	Base 25A 2p+T	23,91	25	2,504	4	20	0,29	42
C12	5000	1	1	1	Base 25A 2p+T	21,74	25	1,767	2,5	20	0,32	32,6
C13	5000	1	1	1	Base 25A 2p+T	21,74	25	1,523	2,5	20	0,32	28,1
C14	500	1	1	4	Base 10A 2p+T	8,70	10	0,741	2,5	20	0,79	34,2
C15	2000	1	1	2	Base 20A 2p+T	17,39	20	1,413	2,5	20	0,40	32,6
C16	18000	1	1	1	Acometida	45,18	50	0,260	2,5	20	0,26	4

Tabla 4. Resultados finales

ULL

Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO III:

MANTENIMIENTO

**Diseño y cálculo de un sistema de clasificación
automático mediante sistemas neumáticos**

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica

Autores: Iván Hernández Jacinto y Arístides Hernández Pérez

Tutor: Alejandro Félix Molowny López-Peñalver

Septiembre 2015

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ESTRUCTURA METÁLICA	2
2.1. Mantenimiento por el usuario	2
2.2. Mantenimiento por el profesional cualificado	2
3. CINTAS TRANSPORTADORAS	4
3.1. Operaciones de mantenimiento generales.....	5
3.2. Operaciones de mantenimiento preventivo: Limpieza	5
3.2.1. Limpieza del tambor tensor.....	5
3.2.2. Limpieza del tambor motor	6
3.2.3. Limpieza motorreductor	7
3.3. Operaciones de mantenimiento preventivo.....	7
3.3.1. Recomendaciones del fabricante.....	9
3.3.1.1. Alineación de bandas de transporte	9
3.3.1.2. Si la máquina se atascó	9
4. SEPARADORES ÓPTICOS Y CINTAS ACELERADORAS	10

4.1. Operaciones de mantenimiento preventivo: Limpieza.....	10
4.1.1. Limpieza de los elementos ópticos.....	10
4.1.2. Inspección del micro filtro.....	10
4.2. Mantenimiento preventivo	11
4.2.1. Mantenimiento diario.....	11
4.2.2. Mantenimiento semanal.....	12
4.2.3. Mantenimiento anual	13

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento, se definen las operaciones de mantenimiento preventivo que se deberá de realizar a la estructura metálica y los equipos que se han instalado en la planta de tratamiento de residuos. Para aquellos equipos en los que no se haya definido operaciones de mantenimiento preventivo en este documento, se deberá llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo y correctivo recomendado por el fabricante del equipo.

Dentro del mantenimiento será de especial importancia el aspecto visual de la instalación de los equipos, teniendo en cuenta la ausencia de papeles y plásticos, la pintura de las instalaciones y de los equipos, que eviten su correcto funcionamiento.

Además, se deberán realizar inspecciones visuales con periodicidad semanal de cada uno de los sistemas relacionados en el programa de mantenimiento y limpieza, para detectar y restablecer cualquier anomalía. De esta manera, las inspecciones visuales y cada operación de mantenimiento y limpieza que se lleven a cabo, deberán quedar registradas en el libro de mantenimiento que se edite al efecto, y que tiene que estar a disposición del jefe de planta.

2. ESTRUCTURA METÁLICA

El mantenimiento de la estructura metálica ha sido generado por el programa informático Cype, y se describe a continuación.

2.1. Mantenimiento por el usuario

Cada año, el usuario debe de:

- Inspeccionar visualmente en busca de fisuras en forjados y tabiques, así como de humedades que puedan deteriorar la estructura metálica.

2.2. Mantenimiento por el profesional cualificado

Cada año, el profesional cualificado debe de:

- Proteger la estructura metálica con antioxidantes y esmaltes o similares, en ambientes agresivos.

Cada 3 años, el profesional cualificado debe de:

- Proteger la estructura metálica con antioxidantes y esmaltes o similares, en ambientes no agresivos.
- Realizar una inspección del estado de conservación de la protección contra el fuego de la estructura, y cualquier tipo de lesión, procediéndose al repintado o reparación si fuera preciso. Para volver a pintar el soporte, bastará con limpiar las manchas si el recubrimiento está en buen estado. En el caso de existir ampollas, desconchados, agrietamiento o cualquier otro tipo de defecto, como paso previo a la pintura, se

eliminarán las partes sueltas con cepillo de alambre, se aplicará una composición decapante, se lijará y se lavará.

Cada 10 años, el profesional cualificado debe de:

- Realizar una inspección visual, haciéndola extensiva a los elementos de protección, especialmente a los de protección contra incendio.

3. CINTAS TRANSPORTADORAS

El fabricante CAMPRODON S.L establece programas a medida que aseguran la fiabilidad permanente de sus instalaciones de transporte. En estos programas, se incluye la trazabilidad de los transportadores instalados, un inventario y codificación de los diferentes elementos dinámicos que integran la instalación. Además, incluye el fabricante un programa de actuación semanal y mensual con los diferentes parámetros de revisión ajustado a las necesidades de la instalación. Con todo ello, el fabricante garantizará perfectas condiciones de trabajo en todo momento, con el objetivo de:

Aumentar:

- La longevidad de su instalación.
- La seguridad de sus trabajadores.
- La productividad de su empresa.
- La eficiencia de su empresa.
- La calidad de sus productos.

Disminuir:

- Averías mecánicas.
- Accidentes laborales.
- Costes derivados de los fallos del sistema.

- Paradas de producción, retrasos en sus entregas.
- Defectos de fabricación.

3.1. Operaciones de mantenimiento generales

En este apartado, se definen una serie de operaciones de mantenimiento generales que serán de obligado cumplimiento en las cintas transportadoras de la planta de tratamiento antes de ponerlas en marcha, para garantizar un correcto funcionamiento de las mismas, así como una mayor garantía de uso:

- Revisar el nivel de aceite en los motorreductores.
- Revisar el nivel de grasa en las cajas de rodamientos.
- Verificar la alineación de la banda de transporte.
- Arrancar a marcha lenta, y luego incrementar su velocidad.
- Controlar que no se encuentren elementos cortantes entre la banda de transporte y la cuna de la cinta.

3.2. Operaciones de mantenimiento preventivo: Limpieza

A continuación se citarán las principales operaciones de limpieza que deben de realizarse en los componentes más importantes que forman las cintas transportadoras.

3.2.1. Limpieza del tambor tensor

Se debe de realizar mensualmente. Si el tambor tensor se carga con basura prensada entre el tambor y la banda, hay que limpiarlo siguiendo los siguientes pasos:

- Asegurarse de que la cinta está parada completamente.
- Destensar la banda mediante los dos husillos de que va dotado el tambor tensor para así dejar espacio para la limpieza.
- Limpiar el tambor despegando la basura adherida haciendo girar el tambor hasta tenerlo limpio.
- Volver a tensar la banda hasta dejarla en la posición en que se encontraba al principio.
- Volver a poner en marcha la cinta.

3.2.2. Limpieza del tambor motor

Se debe de realizar mensualmente. Si el tambor motor se carga con basura prensada entre el tambor y la banda, hay que limpiarlo siguiendo los siguientes pasos:

- Asegurarse de que la cinta está parada completamente.
- Destensar la banda mediante los dos husillos de que va dotado el tambor tensor para así dejar espacio para la limpieza del tambor motor.
- Limpiar el tambor despegando la basura adherida haciendo girar el tambor hasta tenerlo limpio.
- Volver a tensar la banda hasta dejarla en la posición en que se encontraba al principio.
- Volver a poner en marcha la cinta.

3.2.3. Limpieza motorreductor

Se debe de realizar trimestralmente. Si el motorreductor de accionamiento de las cintas se encuentra muy sucio, hay que limpiarlo siguiendo los siguientes pasos:

- Asegurarse de que la cinta está parada completamente.
- Limpiar el cuerpo del motor reductor, así como los conductos de refrigeración.
- Asegurarse de que las entradas de aire del ventilador no tienen basura para proporcionar una correcta refrigeración.
- La operación de limpieza se ha terminado, y se puede volver a poner en marcha la cinta.

3.3. Operaciones de mantenimiento preventivo

En la tabla 1, se establecen las operaciones de mantenimiento preventivo más comunes en las cintas transportadoras, así como la regularidad de las mismas:

Denominación	Actividad	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual	Según necesidad
Accionamientos	Limpiar superficies de aireación		X	X	X	X	
Tambor de accionamiento	Controles de elementos y árboles rotatorios en cuanto a marcha libre		X	X	X	X	
	Retirar		X	X	X	X	

	elementos pegados y aglomeraciones de material						
	Lubricación de cojinetes			X	X	X	
	Limpia y engrasar husillos roscados				X	X	
Elementos móviles	Control del desgaste			X	X	X	
	Sustitución						X
Cinta	Control visual de la tensión de la cinta	X	X	X	X	X	
	Control visual de una marcha desequilibrada	X	X	X	X	X	
	Control visual de deterioros	X	X	X	X	X	
	Retensar						X
	Compensar marcha desequilibrada						X
	Reparación						X
Lubricaciones	A marcha rápida				X	X	
	A marcha lenta					X	
Tornillos estación tensora y tambor de accionamiento	Control en cuanto existencia y asiento fijo			X	X	X	
Dispositivos de seguridad	Controlar la integridad y funcionamiento			X	X	X	

Tambor tensor	Control de elementos y árboles rotatorios en marcha libre		X	X	X	X	
	Retirar elementos pegados y aglomeraciones de material		X	X	X	X	
	Lubricación de cojinetes			X	X	X	
	Limpiar y engrasar husillos roscados				X	X	

Tabla 1. Operaciones de mantenimiento preventivo en cintas transportadoras

3.3.1. Recomendaciones del fabricante

En este apartado, se describen algunas recomendaciones del fabricante para conseguir un correcto funcionamiento de las cintas:

3.3.1.1. Alineación de bandas de transporte

Es importante hacerlo con movimientos de tuerca suaves, poco a poco, esperando que la correa recupere por sí misma la alineación correcta.

3.3.1.2. Si la máquina se atascó

En caso de atoramientos o si los rodillos no traccionan, se recomienda aflojar la cinta, alinearla y luego volver a estirla.

4. SEPARADORES ÓPTICOS Y CINTAS ACELERADORAS

En este apartado, se describirán las operaciones de mantenimiento preventivo para los separadores ópticos instalados en la planta de tratamiento. La marca Pellenc ST, establece una serie de operaciones de mantenimiento referido a la limpieza de los mismos, así como una serie de seguimientos necesarios para el correcto funcionamiento de estos dispositivos.

4.1. Operaciones de mantenimiento preventivo: Limpieza

4.1.1. Limpieza de los elementos ópticos

Al tratarse de elementos muy sensibles, se recomienda que para evitar riesgos de incendio y graves quemaduras, se precisa la desconexión de todo el equipo.

Una vez se desconecta el equipo y se deja enfriar, se siguen los siguientes pasos para limpiar la unidad del escáner:

- Eliminar el polvo o suciedad que haya en las superficies ópticas con un paño suave.
- Para eliminar la suciedad restante se puede emplear un limpiacristales normal.

4.1.2. Inspección del micro filtro

Para llevar a cabo la inspección del micro filtro, se debe desconectar el suministro de aire y liberar el aire comprimido mediante el test de válvulas antes de desmontar la vasija. Una vez hecho esto:

- Desmontar la vasija del regulador de presión.

- Inspeccionar el micro filtro y sustituir si es necesario. Utilizar sólo piezas de repuesto originales.

4.2. Mantenimiento preventivo

A continuación, se describirán las rutinas de mantenimiento que deben de realizarse a distintos elementos de los sensores ópticos y cintas aceleradoras en las siguientes tablas 2, 3 y 4:

4.2.1. Mantenimiento diario

Elemento	Mantenimiento
Escáner	Limpiar las superficies ópticas de la unidad del escáner, manteniendo la máquina siempre apagada.
Lámparas halógenas	En primer lugar, comprobar en el software el estado de las lámparas halógenas. Si procede, sustituir la lámpara halógena defectuosa, siempre con repuestos originales. Mantener apagadas en todo momento durante las operaciones de mantenimiento.
Pantalla	Comprobar la posibilidad de que aparezcan mensajes de error en la pantalla de la máquina.
Regulador de aire	Se debe de retirar el agua de condensación del regulador de aire.
Presión de aire	Se debe de comprobar que la presión de aire está por debajo de 820 kPa (8,2 bar), ya que es la presión recomendada por el fabricante.
Bloque de válvulas	Es preciso cepillar el bloque de válvulas del sistema. Además, se debe de eliminar la

	suciedad acumulada entre el rodillo de la cinta transportadora y la cubierta del bloque de válvulas.
Cinta	Comprobar con un tacómetro la velocidad de la cinta y compararla con la indicada en el ordenador.

Tabla 2. Mantenimiento diario de separadores ópticos y cintas aceleradoras

4.2.2. Mantenimiento semanal

Elemento	Mantenimiento Semanal
Equipo de la máquina separadora	Se debe limpiar las superficies externas del equipo con un paño suave. Para ello, se puede usar un producto de limpieza de ventanas común para las superficies de cristal.
Unidad del bloque de válvulas	Para la limpieza del boque de válvulas, se debe de retirar su cubierta. Una vez retirada la cubierta, eliminar el polvo que se haya acumulado entre las boquillas y las válvulas.
Válvulas	Comprobar que sale aire por todas las válvulas existentes.
Microfiltro	Comprobar el microfiltro y sustituirlo si es necesario

Tabla 3. Mantenimiento semanal de separadores ópticos y cintas aceleradoras

4.2.3. Mantenimiento anual

En el mantenimiento anual, se tiene que tener en cuenta la seguridad eléctrica de la máquina. De esta forma, se tiene que comprobar la seguridad eléctrica de acuerdo con las normativas y directivas vigentes y aplicables.

Elemento	Mantenimiento anual
Interruptor de corriente principal	Conmutar el interruptor de corriente principal ON/OFF
Fusibles	Comprobar los fusibles
Botones de seguridad	Activar todos los botones de seguridad

Tabla 4. Mantenimiento anual de separadores ópticos y cintas aceleradoras

ULL

Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO IV:

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

**Diseño y cálculo de un sistema de clasificación
automático mediante sistemas neumáticos**

Titulación: **Grado en Ingeniería Mecánica**

Autores: **Iván Hernández Jacinto y Arístides Hernández Pérez**

Tutor: **Alejandro Félix Molowny López-Peñalver**

Septiembre 2015

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MEMORIA DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	3
2.1. Datos generales e identificativos de la obra.....	3
2.1.1. Situación o emplazamiento de la obra	3
2.1.2. Topografía y entorno de la obra / edificación:	3
2.1.3. Estructura proyectada.....	3
2.1.4. Presupuesto de ejecución material de la obra.....	4
2.1.5. Presupuesto de ejecución material (de contrata) de la obra	4
2.1.6. Presupuesto de ejecución del estudio de seguridad y salud:	4
2.1.7. Duración de la obra y máximo número de trabajadores.	4
2.1.8. Materiales previsto en la estructura.....	4
2.1.9. Datos del Titular/ Promotor de la obra.....	4
2.1.10. Datos de los ingenieros-Redactores del proyecto	5
2.2. Medidas de higiene personal e instalaciones del personal.....	5
2.3. Normas comunes de conservación y limpieza.....	6

2.4. Asistencia sanitaria.....	7
2.5. Consideración general de riesgos	9
2.5.1. Situación de la nave.....	9
2.5.2. Duración de la obra y máximo número de trabajadores.....	9
2.5.3. Materiales previstos en la construcción, peligrosidad y toxicidad de los mismos. ..	9
3. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA	10
4. FASES DE LA OBRA.....	11
5. ANÁLISIS Y PREVENCIÓN DE RIESGO EN LAS FASES DE OBRA.....	12
6. TRABAJOS POSTERIORES.....	12
7. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS	15
7.1. Consideraciones generales aplicables durante la ejecución de la obra	15
7.2. Disposiciones mínimas generales de seguridad y salud a aplicar en las obras	16
7.2.1. Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras... 16	
7.2.2. Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de locales.....	24
8. DESCRIPCION GENERAL DE LAS UNIDADES DE OBRA	33

9. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE PUEDEN ELIMINARSE...	34
9.1. Ordenación del entorno.....	34
9.2. Mediante organización de las obras y análisis de actividades que pueden interferirse .	34
9.3. Mediante selección de personal	35
9.4. Información sobre riesgos.....	35
10. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN ELIMINARSE	37
11. ESTRUCTURA METÁLICA.....	38
11.1. Norma de seguridad	39
11.1.1. Puesta a punto de la obra para realizar esta actividad	39
11.1.2. Proceso	39
11.1.3. Sistemas de protección colectiva y señalización.....	44
11.1.4. Relación de equipos de protección individual	47
12. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA.....	49
12.1. Normas o medidas preventivas para la instalación eléctrica provisional de obra.....	49
12.2. Normas de prevención tipo para los cables	50

12.3. Normas de prevención tipo para los interruptores	50
12.4. Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos	51
12.5. Normas de prevención tipo para las tomas de energía	51
12.6. Normas de prevención tipo para la protección de los circuitos.....	51
12.7. Normas de prevención tipo para las tomas de tierra	52
12.8. Normas de seguridad tipo, de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica provisional de obra	52
12.9. Prendas de protección personal recomendables	53
13. Instalación eléctrica en baja tensión.....	53
13.1. Materiales considerados	53
13.2. Equipo humano.....	53
13.3. Herramientas	54
13.4. Maquinaria.....	54
13.5. Sistemas de transporte y/o manutención	54
13.6. Prevención y ejecución segura de la instalación eléctrica en baja tensión.....	55
13.7. Sistemas de protección colectiva y señalización.....	57

13.8. Relación de equipos de protección individual	58
14. INSTALACIONES, EQUIPOS Y MAQUINARIA A IMPLANTAR	59
14.1. Normas o medidas preventivas tipo	60
14.2. Prendas de protección personal recomendables.....	61
15. MEDIOS AUXILIARES.....	62
15.1. Andamios metálicos tubulares	62
15.1.1. Normas o medidas preventivas tipo	62
15.2. Escalera de mano	64
15.2.1. Normas o medidas preventivas tipo	65
16. MAQUINARIA DE OBRA.....	67
16.1. Maquinaria en general.....	67
16.2. Normas o medidas preventivas tipo	68
17. SOLDADURA.....	73
17.1. Normas o medidas preventivas tipo	74
17.1.1. Prendas de protección personal recomendables.....	74

**18. VISITAS A OBRA DE DIRECCIÓN FACULTATIVA, PROPIEDAD O
COORDINADOR SEGURIDAD Y SALUD 76**

18.1. Normas o medidas preventivas tipo 77

18.1.1. Prendas de protección personal recomendables 77

1. INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, normativa de carácter reglamentaria, fija y concreta los aspectos técnicos de las medidas preventivas para garantizar la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores del sector de la construcción.

El presente documento tiene por finalidad generar el Estudio Básico de Seguridad y Salud del proyecto **“Cálculo y diseño de un sistema de clasificación automático mediante sistemas neumáticos”**, el cual establece las previsiones con respecto a los posibles riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, aplicando para ello las normas de seguridad y salud en la obra proyectada. A tal efecto, contempla la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, detallándose los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o que se prevea su utilización, estableciéndose las medidas preventivas necesarias en los trabajos de instalación, montaje, reparación, conservación y mantenimiento, así como indicando las pautas a seguir para la realización de las instalaciones preceptivas de los servicios sanitarios y comunes durante la construcción de la obra y según el número de trabajadores que vayan a utilizarlos, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relacionando los riesgos laborales que no puedan evitarse conforme a lo señalado anteriormente y especificando las medidas preventivas y las protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En su caso, tiene además en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contiene aquellas medidas específicas relativas a los trabajos incluidos.

En el presente Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores, siempre dentro del marco de la Ley 31/1.995 de prevención de Riesgos Laborables.

En definitiva, servirá para marcar las directrices básicas a la empresa constructora o contratista para llevar a cabo sus obligaciones en materia de prevención de riesgos profesionales, bajo el control de la figura del Coordinador de Seguridad y Salud, de acuerdo

con lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Se deberá de formar a todo el personal que trabaje en la obra sobre las medidas de seguridad contenidas en el presente estudio, así como de las contenidas en el posterior Plan de Seguridad y Salud antes de su puesta en marcha.

2. MEMORIA DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

2.1. Datos generales e identificativos de la obra

2.1.1. Situación o emplazamiento de la obra

- Situación del terreno: Polígono industrial Els Bellots, Tarrasa, Barcelona.
- Descripción de los accesos: El acceso se realizará mediante una carretera ya existente.
- Situación (distancia) del hospital, ambulatorio o centro de salud más cercano: 3km aproximadamente.
- Situación (distancia) de los Servicios de bomberos y policía más cercanos: 3km aproximadamente.

2.1.2. Topografía y entorno de la obra / edificación:

Descripción de la nave: La nave está situada en el polígono industrial Els Bellots.

Descripción de la intensidad de circulación de vehículos: La intensidad de circulación en hora punta es alta, debido a la existencia de naves y fábricas en la zona.

2.1.3. Estructura proyectada.

La estructura se proyecta con vigas de acero según los siguientes datos:

- Altura de estructura (m): 6
- Medidas en planta (m): 16x4

2.1.4. Presupuesto de ejecución material de la obra

Importe del Presupuesto de ejecución material de la obra (euros): 36802,39

2.1.5. Presupuesto de ejecución material (de contrata) de la obra

Importe del Presupuesto de ejecución material (euros): 36802,39

2.1.6. Presupuesto de ejecución del estudio de seguridad y salud:

Importe del Presupuesto de ejecución del estudio de seguridad y salud (euros):
8291,74

2.1.7. Duración de la obra y máximo número de trabajadores.

La previsión de duración de la obra es de 30 días laborables.

El número máximo (simultáneo) de trabajadores en la obra asciende a 10.

2.1.8. Materiales previsto en la estructura

No está previsto el empleo de materiales peligrosos o tóxicos, ni tampoco elementos o piezas constructivas de peligrosidad desconocida en su puesta en obra, tampoco se prevé el uso de productos tóxicos en el proceso de edificación.

2.1.9. Datos del Titular/ Promotor de la obra

Nombre: Universidad de La Laguna

Dirección: Calle Molinos de Agua, s/n, 38207 San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife

Teléfono: 922 31 90 00

2.1.10. Datos de los ingenieros-Redactores del proyecto

Nombres: Iván Hernández Jacinto y Arístides Hernández Jacinto

Dirección: La Perdoma-La Orotava

Teléfono: 666-666-666

2.2. Medidas de higiene personal e instalaciones del personal

Las provisiones, para estas instalaciones de higiene del personal son:

- Barracones metálicos para vestuarios y aseos, que dispondrán de electricidad para iluminación y calefacción, conectadas al provisional de obra.
- La evacuación de aguas residuales se hará directamente al alcantarillado. Dotación de los aseos: 2 retretes de taza turca con cisterna, agua corriente y papel higiénico.
- 2 lavabos individuales con agua corriente, jabón y secador de aire caliente. Espejos de dimensiones apropiados.
- Toallas individuales o secadores de aire caliente, toalleros automáticos o toallas de papel, existiendo en este último caso recipientes adecuados para depositar los usados.
- Jaboneras, portarrollos, según el número de cabinas y lavabos.
- A los trabajadores que realicen trabajos marcadamente sucios o manipulen sustancias tóxicas se les facilitarán los medios especiales de limpieza necesarios en cada caso.

- Dotación del vestuario: 10 Taquillas individuales con llave. Bancos de madera. Espejo de dimensiones apropiadas.
- Superficie del vestuario: 20 m²
- Las dimensiones mínimas de las cabinas serán de 1 metro por 1,20 de superficie y de 2,30 metros de altura.
- Cuando los retretes comuniquen con los lugares de trabajo estarán completamente cerrados y tendrán ventilación al exterior, natural o forzada.
- Si comunican con cuartos de aseo o pasillos que tengan ventilación al exterior se pondrá suprimir el techo de cabinas. No tendrán comunicación directa con comedores y cuartos-vestuario.
- Las puertas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior y de una percha.
- Los inodoros y urinarios se instalarán y conservarán en debidas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones.

2.3. Normas comunes de conservación y limpieza.

- Los suelos, paredes y techos de los retretes, lavabos, duchas, cuartos vestuarios serán continuos, lisos e impermeables, enlucidos en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.
- Todos sus elementos, tales como grifos, desagües y alcachofas de duchas estará siempre en perfecto estado de funcionamiento y los armarios y bancos en perfecto estado para su utilización.

- Queda prohibido utilizar estos locales para usos distintos de aquellos para los que estén destinados.

2.4. Asistencia sanitaria.

De acuerdo con el apartado A3 del anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios en el que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos.

Se dispondrá de un botiquín portátil en la obra y un botiquín fijo en vestuarios. Los botiquines estarán bien señalizados convenientemente situados, y dispondrán como mínimo de los medios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente:

- Agua oxigenada
- Alcohol de 96°.
- Tintura de yodo.
- Mercurocromo.
- Amoniaco.
- Gasa estéril.
- Algodón hidrófilo.
- Vendas.
- Esparadrapo.

- Antiespasmódicos.
- Analgésicos.
- Tónicos cardíacos de urgencia.
- Torniquete.
- Bolsas de goma para agua o hielo.
- Guantes esterilizados.
- Jeringuilla.
- Hervidor.
- Agujas inyectables y termómetro clínico.
- Antisépticos.
- Desinfectantes.
- Materias de cura.
- Material quirúrgico.
- Antibióticos.
- Sulfamidas.
- Antitérmicos.

- Antihemorrágicos.
- Antialérgicos.
- Medicamentos para la piel, ojos y aparato digestivo.

Se revisarán mensualmente y se repondrá inmediatamente lo usado.

2.5. Consideración general de riesgos

2.5.1. Situación de la nave.

Por la situación, NO se generan riesgos.

2.5.2. Duración de la obra y máximo número de trabajadores.

Riesgos normales para un calendario de obra normal y un número de trabajadores máximo fácil de organizar.

2.5.3. Materiales previstos en la construcción, peligrosidad y toxicidad de los mismos.

Todos los materiales componentes de la son perfectamente conocidos y no suponen ningún riesgo adicional, tanto por su composición como por sus dimensiones y formas. En cuanto a materiales auxiliares en la construcción, o productos, no se prevén otros que los conocidos y no tóxicos.

3. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA

- **Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre**, de Prevención de Riesgos Laborales.

- **Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril**, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.

- **Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril**, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

- **Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril**, sobre Manipulación de cargas.

- **Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo**, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.

- **Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero**, Reglamento de los Servicios de Prevención.

- **Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio**, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.

- **Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre**, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- **Estatuto de los Trabajadores** (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994)

- **Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica** (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados)

Así como las disposiciones legales de carácter obligatorio que recoge el Pliego de Condiciones.

4. FASES DE LA OBRA

Se prevé que la construcción de esta estructura se hará por una empresa constructora que asumirá la realización de todas y cada una de las partidas de obra, adoptándose, para la ordenación de este estudio, las siguientes consideraciones:

- Suponer la realización de la misma en una sola fase a los efectos de relacionar todos los procedimientos constructivos con los riesgos analizados y las medidas preventivas y protecciones personales y colectivas que deban implantarse.
- La fase de implantación de obra, o centro de trabajo, sobre el terreno o solar, así como el montaje de vallados, serán de la responsabilidad de la empresa constructora, dada su directa vinculación con ésta.

5. ANÁLISIS Y PREVENCIÓN DE RIESGO EN LAS FASES DE OBRA

Del estudio detenido de los documentos del proyecto de la estructura metálica objeto del presente estudio de seguridad y salud, se expondrán en primer lugar los procedimientos y equipos técnicos a utilizar para posteriormente identificar los factores y posibles riesgos de accidente de trabajo y/o de enfermedad profesional derivados de los mismos. Además, se establecerán aquellas medidas preventivas adecuadas y necesarias, con la indicación de las protecciones colectivas y personales exigidas para los trabajadores, de acuerdo con lo establecido por la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales.

6. TRABAJOS POSTERIORES

Considerando el cumplimiento del Apartado 3 del Artículo 6 del Real Decreto 1627/1.997, se establece que el Estudio Básico contemplará asimismo aquellas previsiones y las informaciones necesarias para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de reparación, conservación y mantenimiento, siendo éstas las siguientes:

Reparación, conservación y mantenimiento		
Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones Individuales
<ul style="list-style-type: none"> • Caídas al mismo nivel en suelos. • Caídas de altura por huecos horizontales. • Caídas por huecos en cerramientos. • Caídas por resbalones. • Reacciones químicas por productos de limpieza y líquidos de maquinaria. • Contactos eléctricos por 	<ul style="list-style-type: none"> • Andamiajes, escalerillas y demás dispositivos provisionales adecuados y seguros. • Anclajes de cinturones fijados. A la pared para la limpieza de ventanas no accesibles. • Anclajes de cinturones para reparación de tejados y cubiertas. • Anclajes para poleas para 	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de seguridad. • Ropa de trabajo. • Cinturones de seguridad y cables de longitud y resistencia adecuada para limpiadores de ventanas. • Cinturones de seguridad y resistencia adecuada para reparar tejados y cubiertas inclinadas.

<p>accionamiento inadvertido y modificación o deterioro de sistemas eléctricos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explosión de combustibles mal almacenados. • Fuego por combustibles, modificación de elementos de instalación eléctrica o por acumulación de desechos peligrosos. • Impacto de elementos de la maquinaria, por desprendimientos de elementos constructivos, por deslizamiento de objetos, por roturas debidas a la presión del viento, por roturas por exceso de carga. • Contactos eléctricos directos e indirectos. • Toxicidad de productos empleados en la reparación o almacenados en el edificio. • Vibraciones de origen interno y externo. • Contaminación por ruido. 	<p>izado de muebles en mudanzas.</p>	
---	--------------------------------------	--

Tabla 1. Seguridad de los trabajos posteriores

Las herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares deben disponer del sello "Seguridad Comprobada" (GS), certificado de AENOR o de otro organismo equivalente de carácter internacional reconocido, o como mínimo un certificado del fabricante o importador, responsabilizándose de la calidad e idoneidad preventiva de los equipos y herramientas destinadas para su utilización en la actividad de este Proceso Operativo de Seguridad.

La empresa contratista deberá demostrar que dispone de un programa de mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y reposición, de las máquinas, las máquinas herramientas y medios auxiliares que utilizará en la obra, mediante el cual se minimice el riesgo de fallo en los citados equipos y especialmente en lo referido a detectores, aislamientos, andamios, maquinaria de elevación y maquinaria de corte.

Diariamente se revisará el estado y estabilidad de los andamios. También diariamente se revisará y actualizará las señales de seguridad, balizas, vallas, barandillas y tapas.

Periódicamente se revisará la instalación eléctrica provisional de obra, por parte de un electricista, corrigiéndose los defectos de aislamiento y comprobándose las protecciones diferenciales, magnetotérmicas y toma de tierra.

En las máquinas eléctricas portátiles, el usuario revisará diariamente los cables de alimentación y conexiones; así como el correcto funcionamiento de sus protecciones.

Las herramientas manuales serán revisadas diariamente por su usuario, reparándose o sustituyéndose según proceda, cuando su estado denote un mal funcionamiento o represente un peligro para su usuario.

Los accesos a la obra se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad y en los casos que se considere oportuno, se regarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes pulverulentos.

Se revisará periódicamente el estado de los cables y ganchos utilizados para el transporte de cargas.

7. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS

7.1. Consideraciones generales aplicables durante la ejecución de la obra

- El mantenimiento de la obra en buenas condiciones de orden y limpieza.
- La correcta elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- Manipulación adecuada de los distintos materiales y utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en marcha y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

7.2. Disposiciones mínimas generales de seguridad y salud a aplicar en las obras

7.2.1. Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras

La presente parte será de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos todos los puestos de trabajo, en el interior y en el exterior de los locales.

7.2.1.1. Estabilidad y solidez

Se deberá asegurar la estabilidad de los materiales y equipos y, en general de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente solo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de forma segura.

Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiada a su tipo de instalación.

7.2.1.2. Instalación de suministro provisional y reparto de energía

La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa vigente. (REBT).

Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

El proyecto, la realización y la elección de material, así como de los dispositivos de protección, deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

7.2.1.3. Vías de evacuación y salidas de emergencia

Las vías y salidas de emergencia deberá permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

En todos los centro de trabajo se dispondrá de medios de iluminación de emergencia adecuados a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente, capaz de mantener al menos durante una hora, una intensidad de 5 lux, y su fuente de energía será independientemente del sistema normal de iluminación.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías de evacuación y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Todas las puertas exteriores, ventanas practicables y pasillos de salida estarán claramente rotulados con señales endebles y preferentemente iluminadas o fluorescentes, según lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dichas señales deberán fijarse en los lugares adecuados y tener resistencia suficiente.

Las vías de evacuación y las salidas de emergencia, así como las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas bajo ningún concepto, de modo que puedan utilizarse en ningún momento.

7.2.1.4. Detección y lucha contraincendios

Se dispondrá de extintores de polvo polivalente para la lucha contra incendios.

Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

7.2.1.5. Ventilación

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente. En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

7.2.1.6. Exposición a riesgos particulares

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos. (Gases, vapores, polvo, etc.).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberá adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

7.2.1.7. Temperatura

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo aplicados y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

7.2.1.8. Puertas y portones

- Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse.
- Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.
- Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.
- En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones., salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.
- Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si, en caso de producirse una avería en el sistema de energía, se abren automáticamente.

- La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.
- Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.
- Las puertas y los portones que se cierren solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.
- Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

7.2.1.9. Vías de circulación y zonas peligrosas

- Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escaleras fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda la seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.
- Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.
- Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto.

7.2.1.10. Muelles y rampas de descarga

- Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuadas a las dimensiones de las cargas transportadas.
- Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

7.2.1.11. Espacio de trabajo

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

7.2.1.12. Primeros auxilios

- Será de responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, a los trabajadores afectados o accidentados por una indisposición repentina.
- Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberán contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.
- Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.
- Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

7.2.1.13. Servicios higiénicos

- Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.
- Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.
- Cuando las circunstancias lo exijan, la ropa de trabajo deberá guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.
- Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.
- Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.
- Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

- Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.
- Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.
- Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.
- Los vestuarios duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

7.2.1.14. Locales de descanso o de alojamiento

- Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, éstos deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.
- Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.
- Cuando no existan este tipo de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.
- Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento.

- Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.
- En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.

7.2.1.15. Trabajos de minusválidos

Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados considerando en su caso, a los trabajadores minusválidos. Esta disposición se aplicará en particular a las puertas, vías de circulación, escaleras, duchas, lavabos, retretes y lugares de trabajo utilizados u ocupados directamente por trabajadores minusválidos.

7.2.1.16. Otras disposiciones

- El perímetro y los accesos de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.
- En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.
- Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

7.2.2. Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de locales

Las obligaciones previstas en el presente apartado se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

7.2.2.1. Estabilidad y solidez

- Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

7.2.2.2. Puertas de emergencia

- Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de tal forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de emergencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente.
- Estarán prohibidas como puertas de emergencia las puertas correderas y las puerta giratorias.

7.2.2.3. Ventilación

- En caso de que se utilicen instalaciones de aire acondicionado o de ventilación mecánica, éstas deberán funcionar de tal manera que los trabajadores no estén expuestos a corrientes de aire molestas.
- Deberá eliminarse con rapidez todo depósito de cualquier tipo de suciedad que pudiera entrañar un riesgo inmediato para la salud de los trabajadores por contaminación del aire que respiran.

7.2.2.4. Temperatura

- La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.

- Las ventanas, los vanos de iluminación cenitales y los tabiques acristalados deberán permitir evitar una insolación EXCESIVA, TENIENDO EN CUENTA EL TIPO DE TRABAJO Y USO DEL LOCAL.

7.2.2.5. Suelos, paredes y techos de los locales

- Los suelos de los locales deberán estar libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos, y ser fijos, estables y no resbaladizos.
- Las superficies de los suelos, las paredes y los techos de los locales se deberán poder limpiar y enlucir para lograr condiciones de higiene adecuadas.
- Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros o bien estar separados de dichos puestos y vías, para evitar que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura de dichos tabiques.

7.2.2.6. Ventanas y vanos de ventilación cenital

- Las ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación deberán poder abrirse, cerrarse, ajustarse y fijarse por los trabajadores de manera segura. Cuando estén abiertos, no deberán quedar en posiciones que constituyan un peligro para los trabajadores.
- Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán proyectarse integrando los sistemas de limpieza o deberán llevar dispositivos que permitan limpiarlos sin riesgo para los trabajadores que efectúen este trabajo ni para los demás trabajadores que se hallen presentes.

7.2.2.7. Puertas y portones

- La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.
- Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.
- Las puertas y los portones que se cierren solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.
- Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

7.2.2.8. Vías de circulación

- Para garantizar la protección de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente marcado en la medida en que lo exijan la utilización y las instalaciones de los locales.

7.2.2.9. Dimensiones y volumen de aire

- Los locales deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su trabajo sin riesgos para su seguridad, su salud o bienestar.

7.2.2.10. Caídas de objetos

- Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas. Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

7.2.2.11. Caídas de altura

- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caídas de altura superior a 2 m de altura, se protegerán mediante barandillas, redes u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente, en todos sus bordes o huecos, ni siquiera en el primer forjado cuando se vayan a montar horcas y redes cada 2 alturas.
- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.
- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

7.2.2.12. Andamios y escaleras

Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente. Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos. Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente:

- Antes de su puesta en servicio.
- A intervalos regulares en lo sucesivo.

- Después de cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, temporales, fuertes vientos o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios. Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

7.2.2.13. Aparatos elevadores

Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los aparatos elevadores, y los accesorios de izado deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos del presente apartado. Los aparatos elevadores y los accesorios de izado, incluidos sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclajes y soportes, deberán:

- Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.
- Instalarse y utilizarse correctamente.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Ser utilizados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.

En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar, de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima. Los aparatos elevadores, así como sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquellos a los que estén destinados.

7.2.2.14. Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales

Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos del presente apartado.

Todos los vehículos y toda maquinaria para movimientos de tierras y para manipulación de materiales deberán:

- Estar bien proyectadas y construidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse correctamente.

Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial. Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua, vehículos o maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales. Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

7.2.2.15. Instalaciones, máquinas y equipos

Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos del presente apartado.

Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:

- Estar bien proyectados y contruidos, considerando en lo posible, los principios de la ergonomía.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
- Ser empleadas por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.

Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

7.2.2.16. Instalaciones de distribución de energía

Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos. Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.

Cuando existan líneas de tendido eléctrico aéreas que puedan afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizarán una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

7.2.2.17. Otros trabajos

- Los trabajos de derribo o demolición que puedan suponer un peligro para los trabajadores deberán estudiarse, planificarse y emprenderse bajo la supervisión de una persona competente y deberán realizarse adoptando las precauciones, métodos y procedimientos apropiados.
- En los trabajos sobre tejados se deberán adoptar las medidas de protección colectiva que sean necesarias en atención a la altura, inclinación o estado resbaladizo, para evitar la caída de trabajadores, herramientas o materiales. Asimismo cuando se deba trabajar sobre o cerca de superficies frágiles, se adoptarán las medidas preventivas adecuadas para evitar que los trabajadores las pisen inadvertidamente o caigan a través suyo.
- Los trabajos con explosivos así como los trabajos en cajones de aire comprimido se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica.
- Las ataguías deberán estar bien construidas, con materiales apropiados y sólidos, con una resistencia suficiente y provista de un equipamiento adecuado para que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de irrupción de agua y de materiales. La construcción, el montaje, la transformación o el desmontaje de una ataguía deberá realizarse únicamente bajo la vigilancia de una persona competente. Asimismo, las ataguías deberán ser inspeccionadas por una persona competente a intervalos regulares.

8. DESCRIPCION GENERAL DE LAS UNIDADES DE OBRA

El presente apartado, queda ampliamente desarrollado en el documento de memoria del proyecto. Se realizarán trabajos para la ejecución de los siguientes conceptos:

- Estructura metálica
- Instalación eléctrica baja tensión

9. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE PUEDEN ELIMINARSE

9.1. Ordenación del entorno

Las zonas de paso, salidas, vías de circulación y en especial las previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

El lugar de trabajo se limpiará periódicamente y siempre que sea necesario para mantenerlo en condiciones higiénicas adecuadas.

Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Las operaciones de limpieza no deberá constituir una fuente de riesgo para los trabajadores que las efectúen o para terceros, realizándose en los momentos, de la forma y con los medios más adecuados.

9.2. Mediante organización de las obras y análisis de actividades que pueden interferirse

Se organizarán los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

Se evitará siempre la simultaneidad de trabajos en altura sobre zonas donde implique riesgo respecto al resto de trabajos desarrollados en la obra. De esta forma, según la importancia de las partidas, se dará prioridad a una u otra, pero en ningún caso se realizarán al mismo tiempo cuando impliquen riesgo en el trabajo.

Cuando las inclemencias del tiempo impliquen riesgo en el orden de los trabajos, se estudiará la solución que impida realizar las tareas con exposición a cualquier riesgo.

9.3. Mediante selección de personal

El personal que vaya a trabajar en la obra, deberá estar suficientemente cualificado para ejercer las tareas que le correspondan. Así mismo, deberá estar en posesión de la titulación requerida en cada caso, según sea soldador homologado, etc.

Además, debe ser calificado como apto a través de la revisión médica correspondiente.

Se realizará un seguimiento respecto al orden en el trabajo y a su conducta, de forma que el encargado de la contrata o subcontrata será responsable de sancionar si fuera necesario aquel trabajador que no actuase conforme a lo estipulado en el Plan de Seguridad de su empresa, poniendo en peligro a sí mismo o a sus compañeros de trabajo. Si fuera necesario, el Director de Obra, el Coordinador de Seguridad y Salud, el propio empresario o incluso el Promotor pueden impedir la entrada en el Centro de Trabajo de aquel trabajador que no cumpliera las normas de seguridad establecidas.

9.4. Información sobre riesgos

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra. La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo, tanto aquellos que afecten a la empresa en su conjunto como a cada tipo de puesto de trabajo o función.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos señalados en el apartado anterior.

10. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN ELIMINARSE

A continuación se establecen todos los riesgos que no pueden eliminarse, referentes a los siguientes trabajos y medios utilizados en la obra:

- Montaje de estructuras metálicas
- Instalaciones y equipos.
- Medios auxiliares
- Maquinaria de obra
- Soldaduras
- Visitas a obra de Dirección Facultativa, Propiedad o Coordinador Seguridad y Salud.

Se establecerán todos los tipos de riesgos que se derivan en cada actuación y en base a éstos se establecen las medidas preventivas y de protección más adecuadas para evitarlos.

11. ESTRUCTURA METÁLICA

En la instalación de la estructura metálica, se han enumerado a continuación los posibles accidentes que puedan darse durante el montaje y colocación de pilares y vigas:

- Vuelco de las pilas de acopio de perfilería
- Desprendimiento de cargas suspendidas
- Derrumbamiento por golpes con las cargas suspendidas de elementos punteados.
- Atrapamientos por objetos pesados
- Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.
- Vuelco de la estructura
- Quemaduras
- Radiaciones por soldadura
- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas al vacío
- Partículas en los ojos
- Contacto con la corriente eléctrica

- Electrocuación por descargas eléctricas atmosféricas
- Explosión de botellas de gases licuados
- Incendios
- Sobreesfuerzos
- Intoxicación
- Otros

11.1. Norma de seguridad

11.1.1. Puesta a punto de la obra para realizar esta actividad

Dados los trabajos que se desarrollan en la actividad de estructuras debe de asegurarse que ya están construidas las instalaciones de Higiene y Bienestar definitivas para la ejecución del resto de la obra.

11.1.2. Proceso

El personal encargado de la construcción de la estructura debe conocer los riesgos específicos y el empleo de los medios auxiliares necesarios para realizar la construcción de ésta con la mayor seguridad posible.

Se deberán tener en cuenta las protecciones para evitar riesgos de caídas a distinto nivel durante la construcción de la estructura:

Durante el montaje de la estructura metálica.

En los desplazamientos por encima de una viga los montadores de la estructura deberán llevar el cinturón de seguridad anclado a:

- un amarre (de cable o tejido) que abrazará a la correspondiente viga de manera que no ofrezca impedimento en el desplazamiento del trabajador, dicho amarre estará constituido por un mosquetón en un extremo y en el otro por una anilla, de manera que el mosquetón se enganche a la anilla formando todo un conjunto que abrace a la viga anteriormente mencionada. Dicho amarre en caso de caída al vacío del trabajador deberá soportar el peso del mismo quedando así suspendido de la viga.
- un cable fiador tensado instalado de punta a punta de la viga facilitando el desplazamiento del anclaje móvil.

En los desplazamientos a distintas alturas de la estructura se usarán escaleras metálicas manuales las cuales dispondrán de unos garfios en su extremo para que puedan sujetarse a los respectivos pilares metálicos.

Será obligatorio disponer de aros de protección de caída en dichas escaleras metálicas manuales que se usan como las de gato, y anclaje móvil guiado en su parte central.

Está terminantemente prohibido apoyarse, sentarse, desplazarse por encima de una viga mientras ésta esté suspendida por la grúa. Todo trabajo debe hacerse desde un lugar fijo, no suspendido por grúa alguna.

La instalación de plataformas provisionales entre viga y viga deberá disponer de las correspondientes barandillas reglamentarias, es decir, pasamanos a 90 cm., barra intermedia y rodapié. La anchura mínima de la plataforma deberá ser de 60 cm.

Las circunstancias de que la estructura vaya en avanzadilla sobre los trabajos en el forjado, permite que puedan fijarse las protecciones a pilares y vigas principales a la altura y en el momento más conveniente y de esta forma realizar los trabajos con total seguridad.

El montaje de pilares no suele ser problemático, realizado con protecciones de red o barandilla. El montaje de vigas debe ser realizado desde plataformas diseñadas para ello.

Se establecerá una zona de acopio donde previamente se compactará el terreno para albergar en ella las piezas de gran tonelaje.

La vigería principal y secundaria se clasificará ordenadamente, en función de su dimensión, el acopio de dichos perfiles se realizará sobre durmientes de madera y estableciendo que la altura del acopio no supere 1,5 metros.

Si el acopio de materiales está fuera del área de barrido de la grúa torre el transporte de perfiles metálicos de la estructura a esta área se realizará mediante una grúa móvil, dada las dimensiones de la carga, ésta deberá estar gobernada por dos operarios en su transporte horizontal, mediante sendas cuerdas atadas a los extremos de los perfiles para evitar posibles movimientos de oscilación. El eslingado de la carga se realizará mediante eslingas de dos brazos suficientemente separadas para garantizar su estabilidad (el ángulo entre eslingas debe ser mayor de 30°).

Debe cumplirse en todo momento el R.D. 2370/1996, de 18 de noviembre, por el que se aprueba la Instrucción técnica complementaria MIE-AEM 4 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a grúas móviles autopropulsadas usadas.

El transporte de perfiles, armaduras, encofrados, puntales, vigería, sopandas, contrasopandas y otros elementos auxiliares para la realización de la estructura se realizará convenientemente eslingado, recomendando que la eslinga sea de dos brazos.

Las maniobras de ubicación in situ de pilares y vigas serán guiadas por un operario. Entre pilares se tenderán cables de seguridad a los que amarrar el mosquetón de seguridad, que será usado en los desplazamientos sobre las alas de las vigas.

Los operarios que realicen la colocación de perfiles metálicos deberán usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona, mono de trabajo, botas de cuero de seguridad y cinturón de seguridad si en los trabajos a desarrollar hay riesgo de caída a distinto nivel.

Una vez montada la correspondiente jácena se colocarán las redes tipo ménsula.

Las redes se revisarán puntualmente una vez concluido los trabajos de soldadura realizados sobre su verticalidad.

Está prohibido elevar una nueva altura sin comprobar que se hayan concluido los cordones de soldadura en las inmediatas inferiores

En las operaciones de soldadura para vigas, jácenas, etc. realizadas in situ se confeccionará una guíndola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 metro de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié.

Para evitar en lo posible el oxicorte en altura, los perfiles se izarán cortados a la medida requerida por el montaje.

En el uso del corte oxiacetilénico se tendrá en cuenta que el soplete contenga las válvulas antirretroceso, que las mangueras de alimentación están en buen uso, que las bombonas, de gas estén sujetas en el carrito portabombonas y que los manómetros estén en buenas condiciones.

En el caso de usar el soplete para el corte de perfilería "in situ", con riesgo de incendio, se procurará limitar en lo posible la cascada de chispas y trozos de hierro fundido, y para ello se colocará en su verticalidad una manta ignífuga.

En caso de soldadura eléctrica también se procederá de la misma forma, colocando una manta ignífuga.

En el uso de soldadura eléctrica se tendrá en cuenta que el portaelectrodos esté convenientemente aislado, que los cables de alimentación están en buen estado y que el grupo de transformación esté convenientemente aislado para evitar el riesgo de contactos eléctricos.

En el caso de montaje de la estructura metálica a base de bulones, el operario que realiza esta operación irá provisto de cinturón de seguridad convenientemente anclado o situado dentro de una guíndola.

El operario que realice este trabajo deberá usar casco de seguridad con protector auditivo tipo orejera, guantes de cuero y lona (tipo americano), mono de trabajo y botas de seguridad de cuero.

En el control de la calidad de la soldadura mediante procesos de radiaciones gamma, el operario debe estar protegido con mandil, guantes adecuados y polainas para evitar que las radiaciones gamma alcancen el cuerpo.

Se prohíbe, en caso de dejar el tajo, depositar en el suelo la pinza y el electrodo directamente conectado al grupo; e incluso en caso de un prolongado abandono del tajo dejar el grupo transformador en tensión.

Se prohíbe la permanencia de operarios en la vertical de los trabajos de soldadura.

Durante el montaje de la estructura metálica el acceso al tajo se realizará mediante escaleras manuales, teniendo en cuenta el amarre de estas en su parte superior y zapatas antideslizantes en su parte inferior.

Para el acceso entre plantas, en espera de la escalera definitiva, se construirá un módulo de escalera de dos o tres plantas, que se irá izando a medida que avance la ejecución de la estructura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura.

No se debe emplear el acero corrugado para hacer útiles de trabajo o elementos auxiliares.

El cuadro eléctrico de zona debe estar protegido para evitar contactos eléctricos y sobreintensidades y cortocircuitos, por consiguiente deberá disponer del correspondiente interruptor diferencial y los respectivos magnetotérmicos.

El trasiego de material paletizado en el interior de las plantas se realizará mediante transpalets.

En los cuadros eléctricos de zona se colocarán extintores de CO.

Se deberán utilizar mantas ignífugas siempre que debido al tipo de trabajo pueda ocasionarse un incendio.

Se debe considerar la previsión de un sistema contra incendios en los tajos donde se realicen trabajos susceptibles de generar un incendio.

Se deberá mantener en todo momento el tajo limpio y ordenado.

Se debe garantizar en todos los tajo el suministro eléctrico.

Se debe garantizar la evacuación de escombros.

11.1.3. Sistemas de protección colectiva y señalización

Las protecciones colectivas referenciadas en las normas de seguridad estarán constituidas por:

- Barandillas de seguridad formadas por montantes, pasamano, barra intermedia y rodapié. La altura de la barandilla debe de ser de 90 cm., y el pasamano debe tener como mínimo 2,5 cm de espesor y 10 cm de altura. Los montantes deberán estar situados a 2,5 metros entre ellos como máximo.

- Barandillas modulares formadas por un armazón perimetral de tubo hueco de 30x30x1 y refuerzo central con tubo hueco y en la parte central de dicho módulo se colocará un tramado de protección formado por mallazo electrosoldado de 15x15 y grosor de hierro de 6 mm. Dicha barandilla modular estará sustentada por un guardacuerpo en forma de montante.
- Barandilla formada por redes tipo tenis plastificada: En su parte superior dispone de un tubo cuadrado al cual se le clavateará la red, dicho tubo a su vez será sujetado por guardacuerpos a cada 2,5 m.
- Mallazo de 150x150 mm. y grosor del hierro de 6 mm.
- Redes horizontales sujetas por ménsulas: formadas por un tornillo de presión y un tornapuntas. La red estará formada por paños de 3x3 metros, de malla de poliamida de 100x100 mm., como máximo, y cuerda de 4 mm. como mínimo. La cuerda perimetral debe ser de poliamida de 12mm. como mínimo. La red se sujetará al forjado mediante anillas embebidas durante el hormigonado, separadas 20 cm y empotradas en el forjado 5 cm. como mínimo. El otro extremo de la red irá cogido a la barra metálica que se apoya en el extremo de las ménsulas contiguas. Formando todo ello un conjunto, de manera que garantice el freno de la caída de un trabajador desde una altura de 6 metros como máximo.
- Extintores de incendios tipo A y/o B, según los casos.
- Marquesinas o viseras de protección que vuelen entre 1,5 y 2 metros cuajadas con tablones de 2,5 cm. de espesor y 20 cm. de ancho.
- Extintor de polvo químico seco.

Señalización de seguridad en el Trabajo, según el R.D. 485/1997, de 14 de abril, conforme a la normativa reseñada en esta actividad:

- Señal de advertencia de carga suspendida.
- Señal de advertencia de caída de objetos.
- Señal de advertencia de caída a distinto nivel.
- Señal de advertencia de riesgo de tropezar.
- Señal de advertencia de riesgo eléctrico.
- Señal de advertencia de material inflamable.
- Señal prohibido pasar a los peatones.
- Señal prohibido fumar.
- Señal de protección obligatoria de la cabeza.
- Señal de protección obligatoria de los pies.
- Señal de protección obligatoria de las manos.
- Señal de protección obligatoria del cuerpo.
- Señal de uso obligatorio del cinturón de seguridad.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se colocarán en la obra siguiendo los criterios establecidos por la legislación vigente, reflejándolos en el Plan de Seguridad y condiciones de Salud que debe realizar la empresa constructora. (Art. 7 R.D. 1627/1997).



Figura 1. Señalizaciones de seguridad en el trabajo

11.1.4. Relación de equipos de protección individual

Los Equipos de Protección Individual de las actividades más representativas:

- Trabajos de transporte (conductores y gruistas): Cascos de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Cinturón antivibratorio.
- Para los trabajos con el soplete:
 - Cascos de seguridad.
 - Gafas de cristal ahumado para la protección de radiaciones infrarrojas.
 - Guantes de cuero.
 - Mandil de cuero.
 - Mono de trabajo.

- Botas de cuero con polainas.

- Para los trabajos de soldadura eléctrica:
 - Cascos de seguridad.

 - Pantalla con cristal inactínico.

 - Guantes de cuero.

 - Mandil de cuero.

 - Mono de trabajo.

 - Botas de cuero con polainas.

12. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA

Los riesgos detectables más comunes a la hora de realizar la instalación eléctrica de baja tensión en una obra de estas características son los siguientes:

- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Los derivados de caídas de tensión en la instalación por sobrecarga (abuso o incorrecto cálculo de la instalación).
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Mal comportamiento de las tomas de tierra (incorrecta instalación, picas que anulan los sistemas de protección del cuadro general).
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Otros.

12.1. Normas o medidas preventivas para la instalación eléctrica provisional de obra

Se diseñan en un plano los esquemas que reflejan la distribución de líneas desde el punto de acometida al cuadro general de obra y cuadros de distribución, con especificación, en esquema, de las protecciones de circuitos adoptadas, siguiendo las siguientes normas, con

la condición de que las variaciones surgidas por nuevas necesidades de la obra, se reflejen también en los planos.

12.2. Normas de prevención tipo para los cables

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar en función del cálculo realizado para la maquinaria e iluminación prevista.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta) se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

12.3. Normas de prevención tipo para los interruptores

Se ajustarán expresamente, a los especificados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".

Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de "pies derechos" estables.

12.4. Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos

Poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".

12.5. Normas de prevención tipo para las tomas de energía

Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos) y siempre que sea posible, con enclavamiento.

12.6. Normas de prevención tipo para la protección de los circuitos

La instalación poseerá todos aquellos interruptores automáticos que el cálculo defina como necesarios; no obstante, se calcularán siempre minorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad; es decir, antes de que el conductor al que protegen, llegue a la carga máxima admisible.

Los interruptores automáticos se instalarán en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución y de alimentación a todas las máquinas, aparatos y máquinas-herramientas de funcionamiento eléctrico.

Los circuitos generales estarán también protegidos con interruptores.

La instalación de alumbrado general, para las instalaciones provisionales de obra y de primeros auxilios y demás casetas, estará protegida por interruptores automáticos magnetotérmicos.

Toda la maquinaria eléctrica estará protegida por un diferencial.

Todas las líneas estarán protegidas por un diferencial.

12.7. Normas de prevención tipo para las tomas de tierra

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

Se instalarán tomas de tierras independientes.

La toma de tierra de las máquinas-herramientas que no estén dotadas de doble aislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.

12.8. Normas de seguridad tipo, de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica provisional de obra

El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, en posesión de carné profesional correspondiente.

Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".

12.9. Prendas de protección personal recomendables

- Casco de polietileno para riesgos eléctricos.
- Botas aislantes de la electricidad.
- Guantes aislantes de la electricidad.
- Cinturón de seguridad clase C.
- Letreros de "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".

13. Instalación eléctrica en baja tensión

13.1. Materiales considerados

Cables, mangueras eléctricas, tubos de conducción (corrugados, rígidos, blindados, etc.), cajetines, regletas, anclajes, presacables, aparataje, cuadros, bandejas, soportes, grapas, abrazaderas, tornillería, siliconas, accesorios, etc.

Los tubos o canalizaciones portacables pueden ir empotrados o vistos, así como su caja de distribución que deberá tener acceso para realizar en las operaciones de conexión y reparación. En la realización de estas actividades, antes de su inicio, debe garantizarse el suministro de los materiales necesarios para llevar a cabo la instalación. Para ello se deberá considerar un previo acopio de material en un espacio predeterminado cerrado para almacenar en condiciones seguras cables, tubos, etc.

13.2. Equipo humano

- Responsable técnico a pie de obra.

- Mando intermedio.
- Oficiales electricista y peones electricistas.

13.3. Herramientas

- Herramientas eléctricas portátiles: esmerildora radial, taladradora, martillo picador eléctrico, multímetro o comprobador de tensión, chequeador portátil de la instalación.
- Herramientas de combustión: pistola fijadora de clavos, equipo de soldadura de propano o butano.
- Herramientas manuales: pistola fija-clavos cuchilla, tijera, destornilladores, martillos, pelacables, cizalla cortacables, sierra de arco para metales, caja completa de herramientas dieléctricas homologadas, reglas, escuadras, nivel, etc.
- Herramientas de tracción: ternaes, trócolas y poleas.

13.4. Maquinaria

Motores eléctricos, sierra de metales, grúa, cabrestante. También será necesario tener en cuenta los medios auxiliares necesarios para llevar a cabo la realización de la instalación.

13.5. Sistemas de transporte y/o manutención

Contenedores de recortes, bateas, cestas, cuerdas de izado, eslingas, grúas, carretillas elevadoras cabrestantes, etc.

13.6. Prevención y ejecución segura de la instalación eléctrica en baja tensión

Dados los trabajos que se desarrollan en la actividad debe de asegurarse que ya están construidas las instalaciones de Seguridad y Salud definitivas para la ejecución del resto de la obra.

PROCESO Y NORMAS ESPECÍFICAS DE ACTUACION PREVENTIVA

Red interior eléctrica en Baja Tensión, riesgos más frecuentes durante la instalación.

- a) Caída de personas al mismo nivel.
- b) Caídas de personas a distinto nivel.
- c) Cortes por manejo de herramientas manuales.
- d) Cortes por manejo de las guías conductores.
- e) Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores.
- f) Golpes por herramientas manuales.
- g) Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- h) Quemaduras por mecheros durante operaciones de calentamiento del macarrón protector.
- i) Otros.

Riesgos más frecuentes durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación.

- a) Electrocutión o quemaduras por mala protección de cuadros eléctricos.
- b) Electrocutión o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- c) Electrocutión o quemaduras por uso de herramienta sin aislamiento.
- d) Electrocutión o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección.
- e) Electrocutión o quemaduras por conexionados directos sin clavijas macho-hembra.
- f) Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.
- g) Otros.

Normas de carácter General

- Serán aquellas que afectan al uso y manejo de:
 - Uso seguro de las Herramientas Eléctricas Portátiles.
 - Uso seguro de las Herramientas Eléctrica Manuales.
 - Uso seguro de las lámparas eléctricas portátiles: que se encuentran descritas en el correspondiente apartado del Pliego de Condiciones.

13.7. Sistemas de protección colectiva y señalización

Las protecciones colectivas, referenciadas en las normas de seguridad, estarán constituidas por:

- Redes de seguridad
- Barandillas de seguridad
- Barandillas modulares
- Extintor de polvo químico seco

La señalización de seguridad en el Trabajo, según el R.D. 485/1997, de 14 de abril, conforme a la normativa reseñada en esta actividad, será la siguiente:

- Señal de advertencia de riesgo de tropezar.
- Señal de advertencia de riesgo eléctrico.
- Señal prohibido pasar a los peatones.
- Señal de protección obligatoria de la cabeza.
- Señal de protección obligatoria de los pies.
- Señal de protección obligatoria de las manos.
- Señal de protección obligatoria del cuerpo.

- Señal de protección obligatoria de la vista.
- Señal de protección obligatoria de la cara.
- Señal de uso obligatorio del cinturón de seguridad.

13.8. Relación de equipos de protección individual

Los equipos de protección individual serán, para los trabajos a desarrollar, serán los siguientes:

- Cascos de seguridad.
- Guantes de cuero y lona (tipo americano).
- Guantes aislantes, en caso de que se precise.
- Mono de trabajo.
- Botas de cuero de seguridad.
- Cinturón de seguridad, si lo precisarán.
- Protección de ojos y cara.
- Protección de los oídos
- Mascarilla con filtro mecánico antipolvo

14. INSTALACIONES, EQUIPOS Y MAQUINARIA A IMPLANTAR

Los riesgos detectables más comunes durante el proceso de instalación de equipos y maquinaria a implementar para realizar la obra en la nave son los siguientes:

- Aplastamiento durante las operaciones de descarga de maquinaria y equipos.
- Atrapamiento por maquinaria
- Golpes en diversas partes del cuerpo durante las operaciones de descarga.
- Golpes por caídas o giro descontrolado de la carga suspendida.
- Vuelco de maquinaria y caída de equipos durante su instalación.
- Caída a distinto nivel durante el montaje de las instalaciones de conductos de aspiración, ventiladores y silo para abrasivo.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Atrapamiento de dedos
- Sobreesfuerzos
- Los derivados de los medios auxiliares a utilizar.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Ruidos

- Proyecciones

14.1. Normas o medidas preventivas tipo

Las maniobras de descarga y colocación de la maquinaria y equipos en su emplazamiento definitivo serán dirigidas por el Encargado y vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

Las operaciones de descarga y colocación de la maquinaria y elementos diversos que componen las diversas instalaciones se realizarán con eslingas especiales aptas para el tipo de maquinaria y elementos a descargar.

Se prohíbe la presencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la presencia de operarios bajo de la zona de ejecución de las instalaciones. Se deberá comprobar previamente el estado de las eslingas y su fijación a la carga.

Si la descarga se realiza por medios manuales, nunca se deberán hacer giros de cintura, apoyar los pies firmemente, elevar la carga levantando el cuerpo con los músculos de las piernas, efectuar todos los movimientos con firmeza, sin brusquedad ni tirones.

La utilización de escaleras manuales simples nunca deberá salvar más de 5 m. A menos que estén reforzadas en su centro, quedando prohibido su uso para alturas superiores a 7 m. Para éstas serán obligatorio el empleo de escaleras especiales susceptibles de ser fijadas sólidamente por su cabeza y base, y para su utilización será perceptivo el cinturón de seguridad.

En el caso de utilización de andamios o plataformas, estos estarán provistos en todo su contorno de barandillas rígidas de 90 cm. de altura mínima y rodapiés de 15 cm.

14.2. Prendas de protección personal recomendables

- Ropa de trabajo
- Botas de seguridad
- Calzado antideslizante
- Casco de polietileno
- Guantes de seguridad
- Guantes de cuero
- Cinturones de seguridad
- Gafas de seguridad antiproyecciones
- Proyector auditivo

15. MEDIOS AUXILIARES

15.1. Andamios metálicos tubulares

Los riesgos detectables más comunes durante la colocación de los andamios metálicos tubulares son:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al vacío
- Caídas al mismo nivel
- Atrapamientos durante el montaje
- Caída de objetos
- Golpes por objetos
- Los derivados del trabajo realizado a la intemperie.
- Sobreesfuerzos
- Los inherentes al trabajo específico que deba desempeñar sobre ellos.
- Otros.

15.1.1. Normas o medidas preventivas tipo

No se iniciará un nuevo nivel sin antes haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad.

La seguridad alcanzada en el nivel de partida ya consolidada, será tal, que ofrecerá las garantías necesarias como para poder amarrar a él el fiador del cinturón de seguridad.

Las barras, módulos tubulares y tablonés, se izarán mediante sogas de cáñamo de Manila atadas con nudos de marinero.

Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación, mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos.

Los tornillos de las mordazas, se apretarán por igual, realizándose una inspección del tramo ejecutado antes de iniciar el siguiente en prevención de los riesgos por la existencia de tornillos flojos, o de falta de alguno de ellos.

Las uniones entre tubos se efectuarán mediante los nudos o bases.

Las plataformas de trabajo tendrá un mínimo de 60 cm. de anchura.

Las plataformas de trabajo se limitarán delantera, lateral y posteriormente, por un rodapié de 15 cm.

Las plataformas de trabajo tendrán montada sobre la vertical del rodapié posterior una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

Las plataformas de trabajo, se inmovilizarán mediante las abrazaderas y pasadores clavados a los tablonés.

Las cargas se izarán hasta las plataformas de trabajo mediante garruchas montadas sobre horcas tubulares sujetas mediante un mínimo de dos bridas al andamio tubular.

Los materiales se repartirán uniformemente sobre un tablón ubicado a media altura en la parte posterior de la plataforma de trabajo, sin que su existencia merme la superficie útil de la plataforma.

Se prohíbe en esta obra trabajar sobre plataformas ubicadas en cotas por debajo de otras plataformas en las que se está trabajando, en prevención de accidentes por caída de objetos.

Se protegerá del riesgo de caídas desde altura (o al vacío), de los operarios sobre los andamios tubulares, tendiendo redes tensas verticales de seguridad que protegerán las cotas de trabajo.

15.1.1.1. Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo
- Calzado antideslizante.

Además, durante el montaje de utilizarán:

- Botas de seguridad (según casos)
- Calzado antideslizante (según casos)
- Cinturón de seguridad

15.2. Escalera de mano

Lo riesgos detectables más comunes con las escaleras son:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel

- Caídas al vacío
- Deslizamiento por incorrecto apoyo
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Rotura por defectos ocultos
- Los derivados de los usos inadecuados de los montaje peligrosos
- Otros.

15.2.1. Normas o medidas preventivas tipo

De aplicación al uso de escaleras metálicas:

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.
- Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra, no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

15.2.1.1. Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno

- Botas de seguridad y botas de goma o P.V.C.
- Calzado antideslizante
- Cinturón de seguridad clase A o C.

16. MAQUINARIA DE OBRA

16.1. Maquinaria en general

Los riesgos detectables más comunes respecto a la maquinaria presente en la obra son los siguientes:

- Vuelcos
- Hundimientos
- Choques
- Ruido.
- Explosión e incendios.
- Atropellos
- Caídas a cualquier nivel
- Atrapamientos
- Cortes
- Golpes y proyecciones
- Contactos con la energía eléctrica
- Los inherentes al propio lugar de utilización

- Los inherentes al propio trabajo a ejecutar
- Otros.

16.2. Normas o medidas preventivas tipo

Las máquinas-herramientas con trepidación estarán dotadas de mecanismos de absorción y amortiguación.

Los motores con transmisión a través de ejes y poleas, estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (machacadoras, sierras, compresores, etc.).

Las carcasas protectoras de seguridad a utilizar, permitirán la visión del objeto protegido (tambores de enrollamiento, por ejemplo).

Los motores eléctricos estarán cubiertos de carcasas protectoras eliminadoras del contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.

Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una máquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.

Los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual, estarán cubiertos por carcasas protectoras antiatrapamientos.

Los tornillos sin fin accionados mecánica o eléctricamente, estarán revestidos por carcasas protectoras antiatrapamientos.

Las máquinas de funcionamiento irregular o averiadas serán retiradas inmediatamente para su reparación.

Las máquinas averiadas que no se puedan retirar se señalarán con carteles de aviso con la leyenda: "MAQUINA AVERIADA, NO CONECTAR".

Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.

Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.

La misma persona que instale el letrero de aviso de "máquina averiada" será la encargada de retirarlo, en prevención de conexiones o puestas en servicio fuera de control.

Solo el personal autorizado con documentación escrita específica, será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina herramienta.

Las máquinas que no sean de sustentación manual se apoyarán siempre sobre elementos nivelados y firmes.

Las cargas en transporte suspendido estarán siempre a la vista de los (maquinistas, gruistas, etc.), con el fin de evitar los accidentes por falta de visibilidad de la trayectoria de la carga.

Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga para el (maquinista, gruista, etc.) se suplirán mediante operarios que utilizando señales preacordadas suplan la visión del citado trabajador.

Se prohíbe la permanencia (o el trabajo de operarios) en zonas bajo la trayectoria de cargas suspendidas.

Los cables de izado y sustentación a emplear en los aparatos de elevación y transporte de cargas en esta obra, estarán calculados expresamente en función de los solicitados para los que se los instala.

La sustitución de cables deteriorados se efectuará mediante mano de obra especializada, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los lazos de los cables estarán siempre protegidos interiormente mediante forrillos guardacabos metálicos, para evitar deformaciones y cizalladuras.

Los cables empleados directa o auxiliariamente para el transporte de cargas suspendidas se inspeccionarán como mínimo una vez a la semana por el Delegado de Prevención, que previa comunicación al Jefe de Obra, ordenará la sustitución de aquellos que tengan más del 10% de hilos rotos.

Los ganchos de sujeción (o sustentación) serán de acero (o de hierro forjado), provistos de pestillos de seguridad.

Los ganchos pendientes de eslingas estarán dotados de pestillos de seguridad.

Se prohíbe en esta obra, la utilización de enganches artesanales contruidos a base de redondos doblados (según una "s").

Los contenedores (cubilotes, cangilones, jaulones, etc.) tendrán señalado visiblemente el nivel máximo de llenado y la carga máximo admisible.

Todos los aparatos de izado de cargas llevarán impresa la carga máxima que pueden soportar.

Todos los aparatos de izar estarán sólidamente fundamentados, apoyados según las normas del fabricante.

Se prohíbe en esta obra, el izado o transporte de personas en el interior de jaulones, bateas, cubilotes y asimilables.

Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica, estarán dotadas de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales (de los cuadros de distribución o del general).

En esta obra, semanalmente se verificará la horizontalidad de los carriles de desplazamiento de la grúa.

Se mantendrán en buen estado la grasa de los cables de las grúas.

Se prohíbe en esta obra, engrasar cables en movimiento.

Se revisarán semanalmente por el Delegado de Prevención, el estado de los cables contravientos existentes en la obra, dando cuenta de ello al Jefe de Obra y éste, a la Dirección Facultativa.

16.2.1.1. Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno
- Ropa de trabajo
- Botas de seguridad
- Guantes de cuero
- Guantes de goma o P.V.C.
- Guantes aislantes de la electricidad (mantenimiento)

- Botas aislantes de la electricidad (mantenimiento).
- Mandiles de cuero (mantenimiento)
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Faja elástica
- Faja antivibratoria
- Protectores auditivos
- Otros.

17. SOLDADURA

Los riesgos detectables más comunes durante el proceso de soldadura en la obra son los siguientes:

- Caída desde altura (estructura metálica).
- Caídas al mismo nivel.
- Atrapamientos entre objetos.
- Aplastamiento de manos por objetos pesados.
- Los derivados de caminar sobre la perfilería en altura.
- Derrumbe de la estructura.
- Los derivados de las radiaciones del arco voltaico.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Quemaduras.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Proyección de partículas.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños (picado del cordón de soldadura).
- Pisadas sobre objetos punzantes.

- Otros.

17.1. Normas o medidas preventivas tipo

En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.

El izado de vigas metálicas se realizará eslingadas de dos puntos; de forma tal, que el ángulo superior a nivel de la argolla de cuelgue que forman las dos hondillas de la eslinga, sea igual o menor que 90°, para evitar los riesgos por fatiga del medio auxiliar.

El izado de vigas metálicas (perfilería) se guiará mediante sogas hasta su "presentación", nunca directamente con las manos, para evitar los empujones, cortes y atrapamientos.

Las vigas y pilares "presentados", quedarán fijados e inmovilizados mediante husillos de inmovilización, codales, eslingas, apuntalamiento, cuelgue del gancho de la grúa, etc., hasta concluido el "punteo de soldadura" para evitar situaciones inestables.

No se elevará en esta obra una nueva altura, hasta haber concluido el cordón de soldadura de la cota punteada, para evitar situaciones inestables de la estructura.

Los pilares metálicos se izarán en posición vertical siendo guiados mediante cabos de gobierno, nunca con las manos. El "aplomado" y "punteado" se realizará de inmediato.

A cada soldador y ayudante a intervenir en esta obra, se le entregará la siguiente lista de medidas preventivas; del recibí se dará cuenta a la Dirección Facultativa.

17.1.1. Prendas de protección personal recomendables

- Casco de polietileno para desplazamientos por la obra.

- Yelmo de soldador (casco + careta de protección).
- Pantalla de soldadura de sustentación manual.
- Gafas de seguridad para protección de radiaciones por arco voltaico (especialmente el ayudante).
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Manguitos de cuero.
- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.
- Guantes aislantes (maniobras en el grupo bajo tensión).
- Cinturón de seguridad clase A (trabajos estáticos).
- Cinturón de seguridad clase B (trabajos y desplazamientos con riesgo de caída desde altura).

18. VISITAS A OBRA DE DIRECCIÓN FACULTATIVA, PROPIEDAD O COORDINADOR SEGURIDAD Y SALUD

Riesgos detectables más comunes durante la visita a obra de la dirección facultativa o coordinador de seguridad y salud:

- Caída de personas al vacío.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos sobre personas (cascotes, etc.).
- Golpes contra objetos.
- Cortes por el manejo de objetos.
- Partículas en los ojos.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para demolición y el desescombro (palas, camiones, retroexcavadora).
- Otros.

18.1. Normas o medidas preventivas tipo

No se podrán situar en el radio de acción de cualquier máquina que esté en funcionamiento, tanto si esta se encuentra en movimiento como si posee partes móviles en funcionamiento.

Se evitará colocarse debajo de cargas suspendidas.

Si fuera necesario la comprobación de partes metálicas de la estructura o cualquier elemento que pudiera ocasionar cortes se utilizarán los medios de protección necesarios.

Si existiera contaminación acústica por el funcionamiento de maquinaria será obligatorio el uso de protectores auditivos.

En atmósferas cargadas de polvo se dispondrá de máscara de protección.

18.1.1. Prendas de protección personal recomendables

- Casco de polietileno.
- Casco de polietileno con protectores auditivos (si existe contaminación acústica).
- Botas de seguridad (puntera reforzada y suelas antideslizantes).
- Botas de goma (o PVC) de seguridad.
- Mascarillas antipolvo sencillas.



Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO V:

CATÁLOGOS Y MANUALES

**Diseño y cálculo de un sistema de clasificación
automático mediante sistemas neumáticos**

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica

Autores: Iván Hernández Jacinto y Arístides Hernández Pérez

Tutor: Alejandro Félix Molowny López-Peñalver

Septiembre 2015

ÍNDICE

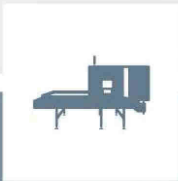
1. PELLENC MISTRAL.....	1
2. CINTA VIBRATORIA VECOPLAN.....	8
3. CINTAS TRANSPORTADORAS CAMPRODÓN.....	13
4. REJILLAS METÁLICAS SAIGO	22
5. SAI LIEBERT PSI-XR	28
6. ELECTRODOS BÖHLER	56
7. PRONTUARIO IPE	75
8. PRONTUARIO HEB	76
9. PRONTUARIO UPN.....	77
10. PRONTUARIO PERFILES ISO CUADRADOS.....	78

1. PELLENC MISTRAL



PELENC ST

SELECTIVE TECHNOLOGIES



MISTRAL Product Line

PELENCST.COM

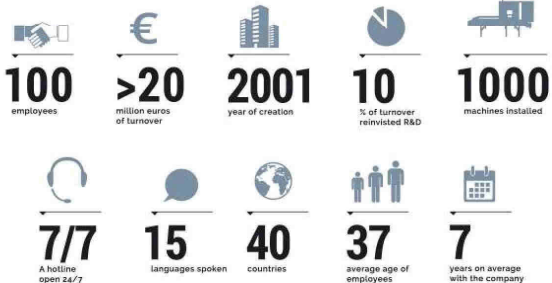
PRODUCT DATA

MISTRAL AND MISTRAL DVI

THE BEST OF OPTICAL SORTING



PELLENC ST SNAPSHOT



PELLENCST.COM



THE COMPANY PELLENC ST



Pellenc ST has been designing, manufacturing and marketing optical sorting equipment for waste sorting and the recycling industry since 2001.

Pellenc ST, which has over 1,000 machines installed worldwide, provides unique expertise to satisfy the needs of even the most demanding customers. Each machine is designed to provide the highest possible level of sorting performance, reliability and availability.

This tried and tested equipment, used the world over for a variety of demanding applications in the waste and recycling industry, includes the very best of near infrared spectrometry technology developed by Pellenc ST.



HEADQUARTERS

GLOBAL PRESENCE



The Pellenc ST Head Office is based in Pertuis, a town in Provence ideally located 20 minutes from Aix-en-Provence and less than 50 km from Marseille-Provence airport and Aix-en-Provence TGV station.



THE TECHNOLOGY

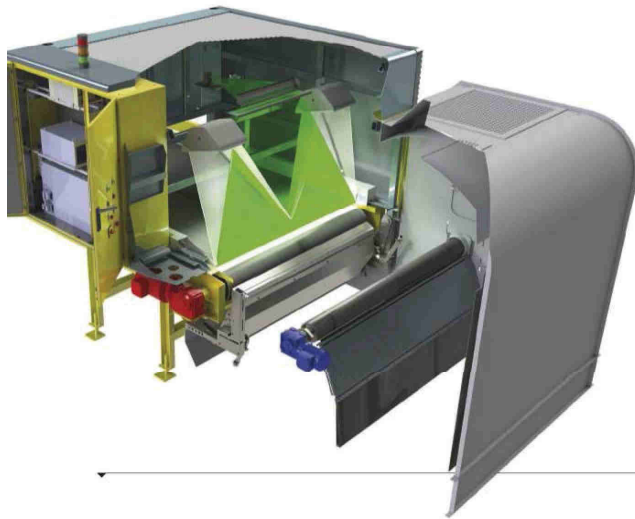
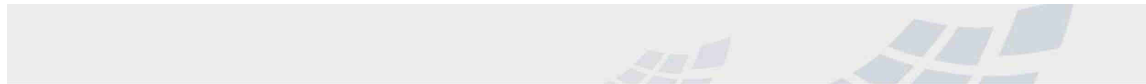
Mistral machines include the best optical detection technology available on the market. Its focused lighting system and its specific spectrometer allow four times more signal to be collected than competitor solutions.

2G TECHNOLOGY:

Operating performances have been further enhanced by this new hardware and software architecture and by a redesigned user interface.

- Focused lighting system
- **Specific NIR** (near infrared) spectrometer with very large bandwidth
- **Visible Spectrometer**
- **Combined Material / Colour** sorting on the same pixel





MISTRAL RANGE

All the machines in the Mistral range include a focused lighting system, one or more sensors with specific settings, an acquisition and data processing chain and a pneumatic ejection system. Depending on the version, Pellenc ST machines are equipped with three complementary detection technologies: near infrared spectrometry, visible spectrometry and induction.

IDENTIFIED MATERIALS

With the combination of two very high-quality signals in the near infrared and visible range and an optional inductive sensor, Mistral and Mistral DVI machines can recognise all materials with a signature in this spectrum (and their finest nuances) with an extremely high degree of accuracy.



POLYMERS
Most polymers used in industrial and household packaging (PET, PE, PP, PVC, PS, etc.)



TECHNICAL PLASTICS
Used in the manufacturing industry (ABS, HIPS, ABS-PC, PA, PU, PVC).



FIBERS
Paper, cardboard, wood by class.



ORGANIC MATERIALS
Recognized positively.



FOOD CARTONS
Used in household packaging.



METAL
Ferrous and non-ferrous metals, textiles, etc...

SPECIAL FEATURES AND OPTIONS



MISTRAL FILM

The Mistral Film includes the latest software innovations and specific spectrometer settings for the detection of films. The equipment is also fitted with the Turbosorter and specific options adapted to the characteristics of the incoming stream.



MISTRAL C&I

The Mistral C&I has been adapted for harsh environments and the particularities of C&I streams, including specific spectrometer settings.



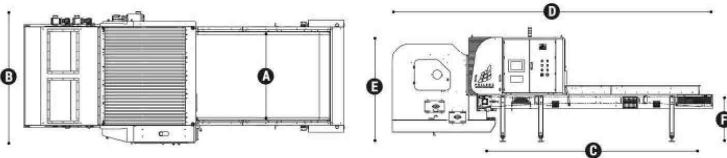
MISTRAL BIO

The Mistral Bio includes the latest software innovations and specific spectrometer settings for the identification of organic materials. Pellenc ST is the only manufacturer currently offering positive detection of organics.



DATA SHEET

MACHINE WIDTH (mm) ▶	800	1200	1600	2000	2400	2800
A	800	1200	1600	2000	2400	2800
B	1755	2155	2555	2955	3355	3755
C	4770	4770	4770	4770	5770	6770
D	7152	7152	7152	7152	8152	9152
E	2165	2165	2165	2165	2165	2165
F	990+/-50	990+/-50	990+/-50	990+/-50	990+/-50	990+/-50
WEIGHT (Kg)	710	840	970	1100	1230	1360
POWER (Kw)	4	5	5.5	7	7.5	7.5
POWER SUPPLY	230V - 50HZ SINGLE-PHASE					
AIR PRESSURE	8-10 BARS					
CONVEYOR SPEED	STANDARD À 3 M/S					
INCOMING STREAM UP TO	4T/H	6T/H	8T/H	10T/H	12T/H	14T/H
	DISTANCES BETWEEN NOZZLES			FRACTION SIZE		
STANDARD BAR	25 mm			30 - 250 mm		
HIGH RESOLUTION BAR (HR)	12,5 mm			10 - 250 mm		
HIGH POWER BAR (HP)	25 mm			30 - 250 mm		



- SPECIAL FEATURES AND OPTIONS (EXTRACT) :**
- Mistral, Mistral DVI
 - Inductive sensor
 - Dual-Eject and Multi-channel ejection
 - Mistral Bio, Mistral C&I, Mistral PET, Mistral Film
 - Output boxes, high speed conveyors and maintenance platforms
 - Turbosorter
 - Stat Pack
 - Regional and climatic options



DUAL-EJECT AND MULTI-CHANNEL SORTING

Pellenc ST has acquired extensive experience in dual-eject and multi-channel sorting and can offer up to 9 sorting operations on the same machine, depending on the configurations!



HIGH PRESSURE AND HIGH RESOLUTION EJECTION

For special applications, high pressure and high resolution nozzle bars are available.




STAT PACK



TURBOSORTER



PERIPHERALS

ie latest specific for the materials. rufacturer ejection

This tool provides the operator with stream analysis data in real-time in the form of files, reports or a dedicated interface accessible online.

The Turbosorter is a unique machine allowing light-weight objects to be stabilised on the conveyor and is particularly recommended for the sorting of light-weight materials such as films or flat packaging. Trials reveal an improvement of almost 10 points in sorting efficiency.

Pellenc ST has acquired extensive experience in auxiliary equipment (conveyors and output boxes) and offers high-quality, reliable equipment.



PELLENC ST
SELECTIVE TECHNOLOGIES

FRANCE

PELLENC ST
125, rue François Gernelle, BP 124
84120 Pertuis Cedex 4
France

 **+33 490 094 790**
 **contact@pellencst.com**
 **PELLENCST.COM**



USA

PELLENC ST AMERICA, INC
1299 Schlumberger Dr.
29715 Fort Mill, SC
USA

+1 803 396 3990 Extension 210
contact.usa@pellencst.com

JAPAN

PELLENC ST JAPAN, KK
Arte Otemachi 10F, 1-5-16,
Uchikanda, Chiyoda-ku
Tokyo 101-0047
Japon

+81 3 3233 2150
contact.japan@pellencst.com

www.kinera.com Crédits photos: Jeff Fountain - Thomson

PELLENCST.COM

2. CINTA VIBRATORIA VECOPLAN

VIBRATING CONVEYOR VR

TECHNOLOGY FOR A SUSTAINABLE TOMORROW



Conveying



APPLICATION

Horizontal conveying of lumbers and wood waste occurring in characteristic carpenter's and joiner's workshops, as well as plastics and paper. Larger series also available for log wood and trimmings.

Vecoplan[®]

VIBRATING CONVEYOR VR



DETAILS

		Series 8
Width of trough "B(T)"	mm	350 450 550 650 750 850
Max. length of trough		
350 / 450:	mm	28.000
550 / 650:		21.000
750 / 850:		19.000
Height of trough "H(T)"	mm	120
Headroom up to bottom plate trough "h"	mm	400
Thickness of metal sheet "t"	mm	4
Max. motor power	kW	5,5 kW
Optional		
Trapeziform cross section of trough		
Screening zone (perforation: square/round/stud perforation, fins)		
Metal free zone		
Extra inlet		
Extra outlet		
Trough conveyor inclined		
Trough conveyor sloping		
Operation control		
Mounting parts available (e.g. metal detector, vibrating feeder chute, etc.)		

Subject to technical changes without notice / Dated: 02/2012



DETAILS

		Series 12	Series 15	Series 18	Series 20	Series 25	Series 27
Width of trough "B(T)"	mm	450 550 650 750 850 950 1050 1150 1250					
Max. length of trough							
450:		28.000	21.500	21.500	21.500	15.500	15.500
550:		21.500	21.500	18.500	18.500	15.500	12.500
650:		21.500	18.500	18.500	18.500	12.500	12.500
750:		18.500	18.500	15.500	15.500	12.500	on request
850:	mm	15.500	15.500	15.500	15.500	12.500	on request
950:		on request	on request	on request	on request	on request	on request
1050:		on request	on request	on request	on request	on request	on request
1150:		on request	on request	on request	on request	on request	on request
1250:		on request	on request	on request	on request	on request	on request
Height of trough "H(T)"	mm	160	190	220	240	260	310
Headroom up to bottom plate trough "h"	mm	430	480	470	470	490	470
Thickness of metal sheet "t"	mm	4				5	
Max. motor power	kW	5,5					

		Series 30					
Width of trough "B(T)"	mm	520 620 720 820 920 1020 1120 1220 1320 1420 1520 1620					
Max. length of trough							
520 / 600:		25.000					
720 / 820 / 920:		20.000					
1020 / 1120 / 1220:	mm	17.000					
1320 / 1420:		14.000					
1520 / 1620:		14.000					
Height of trough "H(T)"	mm	340					
Headroom up to bottom plate trough "h"	mm	540					
Thickness of metal sheet "t"	mm	6					
Max. motor power	kW	11					

Optional	
Trapeziform cross section of trough	
Screening zone (perforation: square/round/stud perforation, fins)	
Metal free zone	
Extra inlet	
Extra outlet	
Trough conveyor inclined	
Trough conveyor sloping	
Operation control	
Mounting parts available (e.g. metal detector, vibrating feeder chute, etc.)	

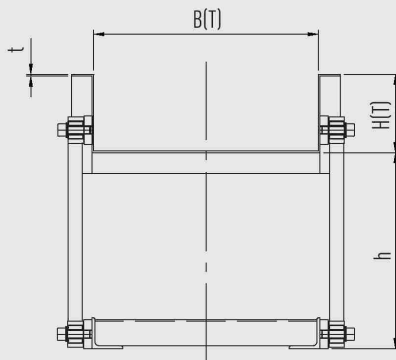
Subject to technical changes without notice / Dated: 02/2012

VIBRATING CONVEYOR VR

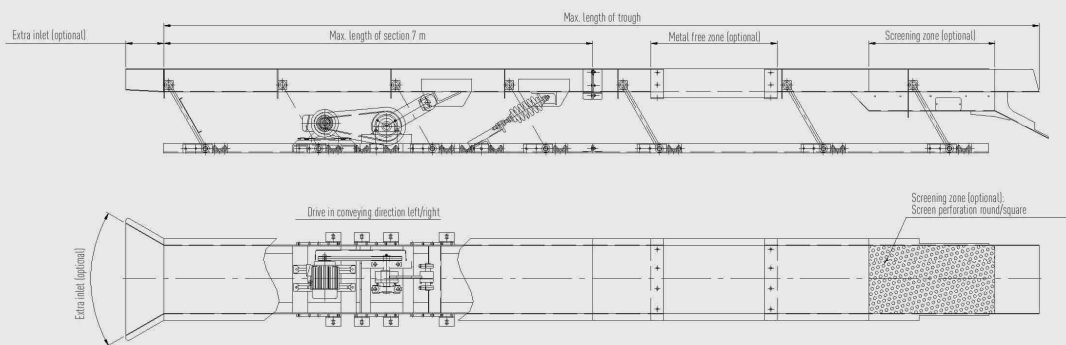
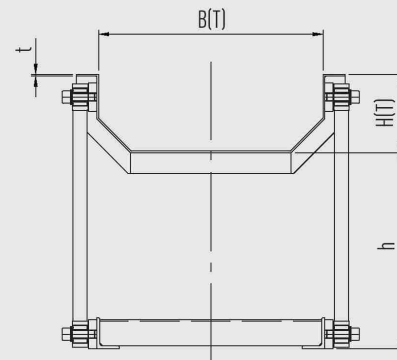
TECHNOLOGY FOR A SUSTAINABLE TOMORROW

 Conveying

Standard trough



Trapeziform cross section of trough (optional)



Picture shows Vibratory Conveyor series 8-27

01.02.2012.05.51.000462.08 **bimake**

www.vecoplan.com

3. CINTAS TRANSPORTADORAS CAMPRODÓN

SILVER conveyors
EXPRESS 48 h.
Servicio

transportadores de banda
L4545-52R MD



L4545-52R MD_2014



transportador de banda L4545-52R MD



SILVER conveyors

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

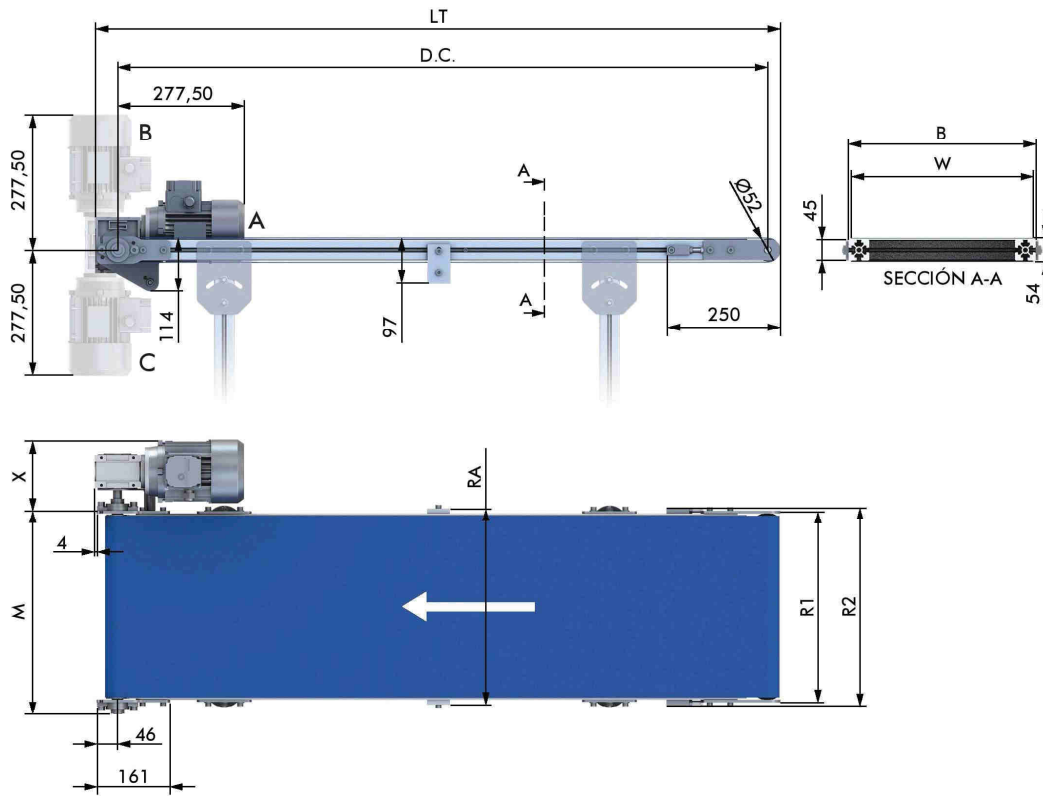
Bastidor:	Construido en perfilera de aluminio anodizado de sección 45 x 45 mm., con traviesas de refuerzo y cama de deslizamiento de baja fricción.
Apoyos:	P.01 Patas Estándar con regulación/nivelación de altura +/- 30 mm. P.04 Patas Telescópicas con regulación/nivelación de altura +/- 150 mm. (250 mm). <i>Ver tabla página 4.</i> Travesaños de armado transversal y longitudinal.
Sistema motriz:	Mediante tambor macizo de acero de diámetro 52 mm. mecanizado según norma para el correcto centrado de la banda, y con fijación a las placas portantes mediante soportes oscilantes con rodamientos de 1ª Calidad.
Sistema tensor:	Con reenvío mediante tambor de acero de diámetro 51 mm. con rodamientos de precisión y sistema de ajuste.
Accionamiento:	Motor-reductor corona sinfin de fundición de aluminio. Sistema de fijación mediante brazo anti-giro.
Motorización:	MD Motorización Directa
Velocidades:	<i>Ver tabla página 5.</i>

2

www.camprodon.biz



transportador de banda **L4545-52R MD**



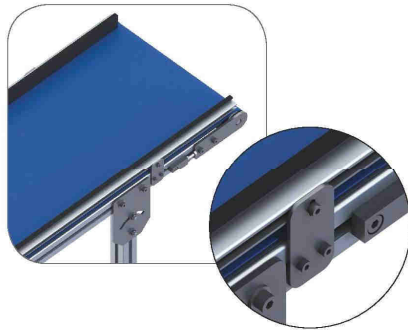
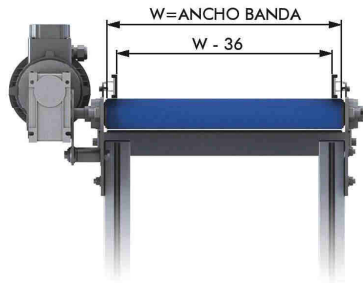
L4545-52R							
W	Ancho banda	100	200	300	400	500	600
B	Ancho Bastidor	110	210	310	410	510	610
R1	Ancho Cabezal Reenvío (Ext. Placas)	122	222	322	422	522	622
R2	Ancho Cabezal Reenvío (Ext. Tensores)	148	248	348	448	548	648
RA	Ancho Rodillo Apoyo	142	242	342	442	542	642
M	Ancho Cabezal Motriz	177	277	377	477	577	677
x	Ancho Motor-reductor	≤130 mm.					
LT	Longitud Total	a determinar (Recomendado ≤ 6.000 mm.)					
D.C.	Distancia entre Centros	D.C.: = LT-75 mm.					
Posición del Motor		A		B		C	
Ubicación del Motor		Cabezal Dcha.				Cabezal Izda.	



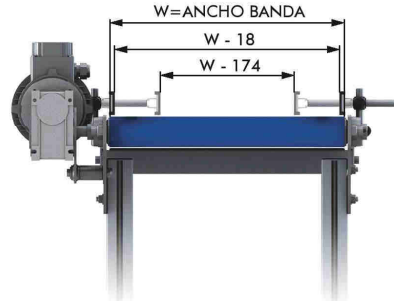
transportador de banda L4545-52R MD

Guías laterales

GL.01 Guías laterales fijas.



GL.04 Guías laterales regulables.



Tipos de patas

P.01 Pata estándar con placa rasgada.



PATAS FIJAS	
Altura h	Máximo / Mínimo
250 -1.000	h +/- 30 mm.

P.04 Pata telescópica con maneta de fijación.



PATAS TELESCÓPICAS		
h Mínimo mm.	Altura Media h	h Máximo mm.
500	600	700
600	800	1.000
650	900	1.150
700	1.000	1.300



transportador de banda **L4545-52R MD**

Tabla de Velocidades-Capacidades de carga

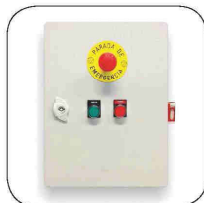
Velocidad de avance m/min	m/s	Carga Máxima Kgs.	Modelo reductor	Potencia Kw	Reducción i	n2 RPM	Referencia
29,3	0,49	60	TIC-03	0,18	7,5	186,7	L4545-52 R MD01
29,3	0,49	90	TIC-04	0,25	7,5	186,7	L4545-52 R MD02
22,0	0,37	75	TIC-03	0,18	10	140,0	L4545-52 R MD03
22,0	0,37	110	TIC-04	0,25	10	140,0	L4545-52 R MD04
14,7	0,24	100	TIC-03	0,18	15	93,3	L4545-52 R MD05
14,7	0,24	120	TIC-04	0,25	15	93,3	L4545-52 R MD06
11,0	0,18	120	TIC-03	0,18	20	70,0	L4545-52 R MD07
11,0	0,18	120	TIC-04	0,25	20	70,0	L4545-52 R MD08
8,8	0,15	120	TIC-03	0,18	25	56,0	L4545-52 R MD09
8,8	0,15	120	TIC-04	0,28	25	56,0	L4545-52 R MD10
7,3	0,12	100	TIC-03	0,12	30	46,7	L4545-52 R MD11
7,3	0,12	120	TIC-04	0,18	30	46,7	L4545-52 R MD12
5,5	0,09	120	TIC-04	0,18	40	35,0	L4545-52 R MD13
4,4	0,07	120	TIC-04	0,18	50	28,0	L4545-52 R MD14
3,7	0,06	120	TIC-04	0,12	60	23,3	L4545-52 R MD15
2,7	0,05	120	TIC-04	0,12	80	17,5	L4545-52 R MD16

Nota:

* Los valores de carga arriba indicados son meramente orientativos, y están sujetos a variaciones según condiciones de trabajo: distribución de la carga, arranques hora, inclinación, acumulación de producto, etc. Rogamos consulte a nuestro Dpto. Técnico para su correcta selección.

* En ningún caso la carga máxima por metro lineal debe exceder los 20 Kgs.

Accesorios eléctricos



CE.01
Cuadro eléctrico estándar
Armarío metálico. Interruptor general. Selector marcha-paro con indicador luminoso. Seta de emergencia. Convertidor de frecuencia Lenze SMD. Alimentación Monofásica 220 V (Otras opciones bajo demanda).Maniobra 24v AC



CE.07
Cuadro eléctrico CE.01 + Potenciometro externo
Armarío metálico. Interruptor general. Selector marcha-paro con indicador luminoso. Seta de emergencia. Convertidor de frecuencia Lenze SMD. Potenciometro. Alimentación Monofásica 220 V (Otras opciones bajo demanda)



MP.01
Marcha Paro con seta de emergencia y transformador
Normas europeas armonizadas: EN 60947 y EN 60439. Conformidad con las normas internacionales IEC 947 e IEC 439



CF02
Variador de velocidad SMV IP31
Especialmente indicado para mantenimiento, logística interna, líneas de producción en la industria alimentaria y las operaciones de fabricación industrial



CF03
Variador de velocidad SMV IP65
Especialmente indicado para equipos de producción en la industria alimentaria, y las unidades utilizadas al aire libre.

Nota:

Otros accesorios eléctricos en www.camprodon.biz



transportador de banda **L4545-52R MD**

Tipos de banda

Serie CE Estándar



Referencia	Color	Material	Acabado	Cobertura	Espesor	Aplicaciones
CE 0518 U0-V5 SA Negra *	negro	PVC	Liso	SemiAdherente	1,80	Transportadores horizontales. Transporte en general, producto envasado. Acumulación de producto de bajo peso y cobertura deslizante. Cargas medias. Todo tipo de industria.
NSL-10ELBV	negro	PVC	Rayada	UltraAdherente	2,30	Transportadores con mucha inclinación. Transporte en general, producto envasado. No apto para acumulación. Alta capacidad de arrastre. Todo tipo de industria.
NAB-7EEDV	verde oscuro	PVC	Liso	Adherente	2,00	Transportadores horizontales o ligeramente inclinados. Transporte en general, producto envasado. No apto para acumulación. Cargas medias y altas. Todo tipo de industria.
NAG-7EEDV	verde oscuro	PVC	Grip	UltraAdherente	5,30	Transportadores horizontales e inclinados. Transporte en general, producto envasado. No apto para acumulación. Alta capacidad de arrastre y resistencia a impactos. Todo tipo de industria.

Serie CF Food



Referencia	Color	Material	Acabado	Cobertura	Espesor	Aplicaciones
FNI-5E	blanco	PES	Tejido	Deslizante	0,9	Transportadores horizontales. Transporte en general, producto a granel o envasado. Especialmente indicado para aplicaciones de acumulación de producto. Cargas ligeras y medias. FDA/USDA.
F-5EXWT 05	blanco	TPU	Liso	SemiAdherente	1,2	Transportadores horizontales. Transporte producto a granel o envasado. Aplicaciones de alimentación o con certificación sanitaria FDA/USDA. Cargas ligeras y medias.
CF 0513 U0-U2 SA HP Azul	azul	TPU	Liso	Semi adherente	1,3	Transportadores horizontales o ligeramente inclinados. Transporte producto a granel o envasado. Aplicaciones de alimentación o con certificación sanitaria FDA/USDA. Cargas medias. Baja adherencia de producto.
FMB-7EIC	azul	TPU	Liso	Adherente	1,5	Transportadores horizontales o inclinados. Transporte en general, producto a granel o envasado. Aplicaciones de alimentación o con certificación sanitaria FDA/USDA. Cargas medias.

6 * Banda estándar
Solicite nuestro catálogo de Bandas Transportadoras para ver otros tipos de posible suministro.



transportador de banda **L4545-52R MD**

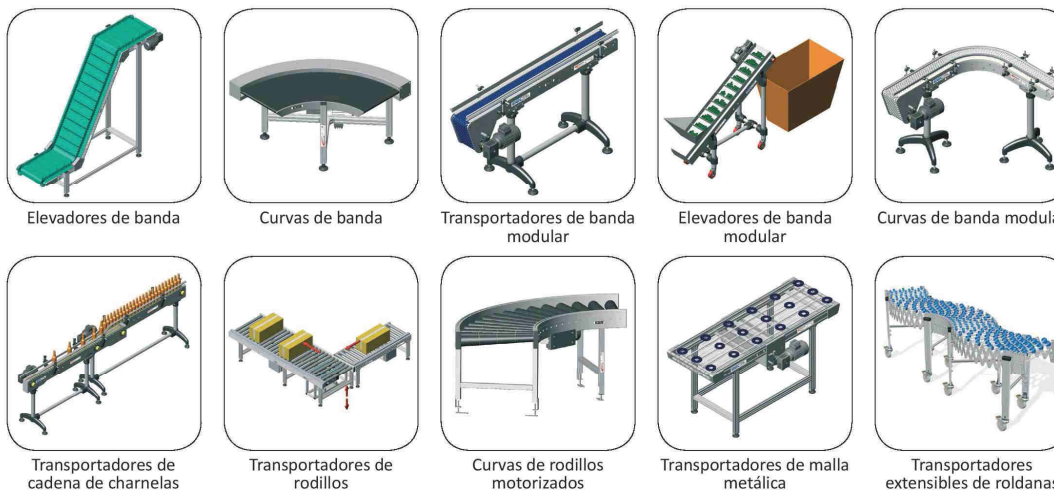
Tipos de banda

Serie CA Alto Rendimiento



Referencia	Color	Material	Acabado	Cobertura	Espesor	Aplicaciones
ENB-8EL	negro	TPU	Liso	No adherente	1,5	Transportadores horizontales. Transporte en general. Apto para aplicaciones de acumulación de producto. Cargas ligeras y medias. Alto rendimiento y resistencia al desgaste. Todo tipo de industria.
HAT-8P	verde claro	NBR	Estruct	Adherente	2	Transportadores horizontales o inclinados. Transporte en general. Cargas medias. Alto rendimiento y resistencia al desgaste.
ANTICORTE						
G-25/0NNB6E	antracita	PES	Fieltro	Deslizante	2,5	Transportadores horizontales o levemente inclinados. Transporte en general. Cargas medias y altas. Alto rendimiento y resistencia al corte y al desgaste. Transporte con acumulación. Todo tipo de industria.
ANTIADHESIVOS						
WVT-143	blanco	SI	Liso	UltraAdherente	1,3	Transportadores horizontales o inclinados. Transporte productos con alta adherencia, adhesivos, pegamentos, etc. Cargas medias. Baja resistencia al desgaste.
TEMPERATURA						
WVT-140	blanco	SI	Liso	UltraAdherente	1,7	Transportadores horizontales o inclinados. Transporte productos con alta adherencia, adhesivos, pegamentos, etc. Resistente a altas temperaturas. Cargas medias. Baja resistencia al desgaste.

Otros Sistemas de Transporte





Transmisiones industriales CAMPRODÓN S.L.

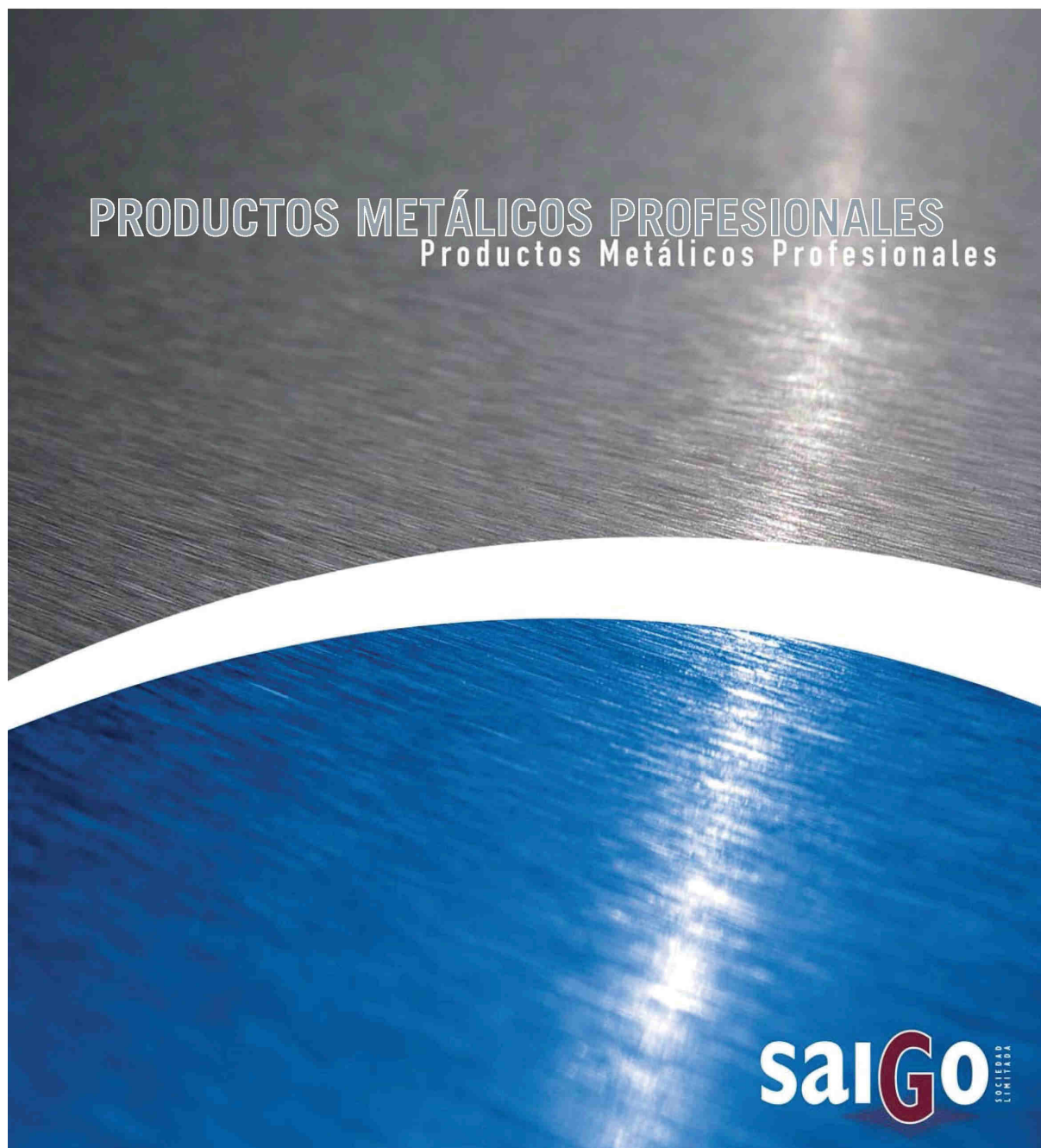
Polígono Molino del Pilar.
C/ Johannes Kepler 9, Nave 43
50015 ZARAGOZA (España)

www.camprodon.biz
e-mail: camprodon@camprodon.biz
Telf: 976 46 66 46 - 976 52 80 58
Fax: 976 52 95 70



www.camprodon.biz

4. REJILLAS METÁLICAS SAIGO



INDICE

Indice

03		REJILLA TIPO TRÁMEX rejilla electrosoldada 04-05 peldaños 06 rejilla manual 07 rejilla poliéster 08	
09		CHAPAS chapa perforada 10-11 chapa estampada 12 peldaño perforado estampado 12	
13		TEJIDOS METÁLICOS tela metálica de uso industrial 14-15 tela de arquitectura 16 mallas para cribas 17-18-19-20 cintas transportadoras 21 mallas tricotadas 22	
23		MALLAS electrosoldada 24 enrejado de triple torsión 25 malla anudada 26 alambrado ondulado 26	
27		META EXTENDIDO DEPLOYÉ malla rombo 28-29 malla de arquitectura 30	
31		ENCOFRADOS nervometal 32 perfil colaborante 33 mallazo de obra 34-35	



REJILLA TIPO TRAMEX

Esta rejilla también se denomina emparrillado, entramado o Trámex.

PORTANTES: Son las pletinas que absorben la carga y están colocadas perpendicularmente a los apoyos de la rejilla.

SEPARADOR DE REPARTO: son las pletinas o varillas que unen los portantes repartiendo así la carga soportada.

MARCO: Es el perfil (habitualmente pletina) que cierra toda la rejilla.

MALLA: Es la medida entre ejes de las portantes y las separadoras; la primera medida de la malla indica la distancia entre portantes y la segunda se refiere a la distancia entre separadores.

03



Rejilla electrosoldada

Peldaños

Rejilla manual

Rejilla poliéster

rejilla electrosoldada

La unión de la pletina portante y la varilla (entregada o lisa), se realiza con soldadura a fusión, sin aportación de material, formando con dicha unión un solo cuerpo. Admite recortes y formas, sin peligro de que pueda desarmarse.

Además de las medidas estándar, se pueden solicitar piezas fabricadas a medida o según plano, así como acabadas en acero inoxidable, galvanizado, hierro, etc...





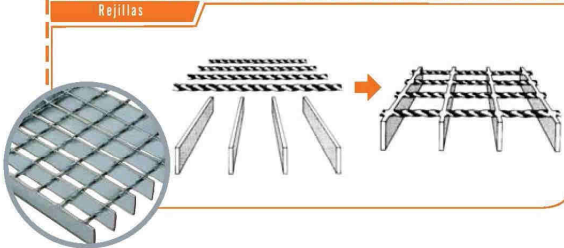

■ Luz estándar de 30 x 30 mm. ■ Pletina portante de 30 x 2 mm.
 ■ Separador: Redondo.

Medidas (portante x separador) en mm.

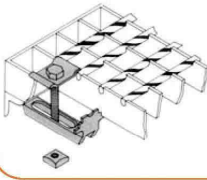
200 x 1.000	500 x 1.000	800 x 1.000	1.200 x 1.000 *
250 x 1.000	600 x 1.000	900 x 1.000	1.500 x 1.000 *
300 x 1.000 *	700 x 1.000	1.000 x 1.000 *	2.000 x 1.000 *
400 x 1.000	3.000 x 1.000 sólo en pletina portante de 30 x 3 mm.		

* Disponible en pletina portante de 30 x 3 mm.


Rejillas




Sistemas de fijación



GRAPA COMPLETA



SOPORTE W



04

Tabla de resistencias

Medida de barra de carga		Malla 30 x 30 mm. Luz entre apoyos L = Ancho diáfano entre los apoyos en mm.																				
		500	600	700	800	900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000	2.100	2.200	2.300	2.400	2.500
25 x 2 19 kg/m ²	Fv	3.195	2.219	1.630	1.248	986	799	660	555	473	408	355	312	276	247	221	200	181	165	151	139	128
	fv	0,16	0,23	0,31	0,41	0,51	0,63	0,77	0,91	1,07	1,24	1,43	1,62	1,83	2,05	2,29	2,54	2,80	3,07	3,35	3,65	3,96
	Fp	267	213	178	152	133	119	106	97	89	82	76	72	67	63	60	56	54	51	49	46	44
	fp	0,16	0,22	0,29	0,37	0,46	0,56	0,67	0,80	0,93	1,07	1,22	1,38	1,56	1,74	1,93	2,14	2,35	2,57	2,80	3,05	3,30
25 x 3 25,6 kg/m ²	Fv	4.792	3.328	2.445	1.872	1.479	1.198	990	832	709	611	532	468	415	370	332	300	272	248	226	208	192
	fv	0,16	0,23	0,31	0,41	0,51	0,63	0,77	0,91	1,07	1,24	1,43	1,62	1,83	2,05	2,29	2,54	2,80	3,07	3,35	3,65	3,96
	Fp	400	320	267	229	200	178	161	146	133	123	115	107	100	94	89	84	80	76	73	70	67
	fp	0,16	0,22	0,29	0,37	0,46	0,56	0,67	0,80	0,93	1,07	1,22	1,38	1,56	1,74	1,93	2,14	2,35	2,57	2,80	3,05	3,30
30 x 2 21,5 kg/m ²	Fv	4.608	3.200	2.351	1.800	1.422	1.152	952	800	682	588	512	450	399	356	319	288	261	238	218	200	184
	fv	0,13	0,19	0,26	0,34	0,43	0,53	0,64	0,76	0,89	1,04	1,19	1,35	1,53	1,71	1,91	2,12	2,33	2,56	2,80	3,05	3,31
	Fp	382	306	255	218	191	169	153	139	127	118	109	102	96	90	85	80	76	73	70	67	64
	fp	0,13	0,18	0,24	0,31	0,39	0,47	0,56	0,66	0,77	0,89	1,02	1,16	1,30	1,45	1,61	1,78	1,96	2,15	2,34	2,54	2,76
30 x 3 29,5 kg/m ²	Fv	6.912	4.800	3.527	2.700	2.133	1.728	1.428	1.200	1.022	882	768	675	598	533	479	432	392	357	326	300	276
	fv	0,13	0,19	0,26	0,34	0,43	0,53	0,64	0,76	0,89	1,04	1,19	1,35	1,53	1,71	1,91	2,12	2,33	2,56	2,80	3,05	3,31
	Fp	573	458	382	327	287	255	229	209	191	176	164	153	143	135	127	120	115	109	104	100	96
	fp	0,13	0,18	0,24	0,31	0,39	0,47	0,56	0,66	0,77	0,89	1,02	1,16	1,30	1,45	1,61	1,78	1,96	2,15	2,34	2,54	2,76
30 x 5 43 kg/m ²	Fv	11.520	8.000	5.878	4.500	3.556	2.880	2.380	2.000	1.704	1.469	1.280	1.125	997	889	798	720	653	595	544	500	461
	fv	0,13	0,19	0,26	0,34	0,43	0,53	0,64	0,76	0,89	1,04	1,19	1,35	1,53	1,71	1,91	2,12	2,33	2,56	2,80	3,05	3,31
	Fp	956	764	636	545	478	425	382	348	319	294	273	255	239	225	213	201	191	182	173	167	160
	fp	0,13	0,18	0,24	0,31	0,39	0,47	0,56	0,66	0,77	0,89	1,02	1,16	1,30	1,45	1,61	1,78	1,96	2,15	2,34	2,54	2,76
40 x 2 27,5 kg/m ²	Fv	8.187	5.685	4.177	3.198	2.527	2.047	1.692	1.421	1.211	1.044	910	800	708	632	567	512	464	423	387	355	327
	fv	0,10	0,14	0,19	0,25	0,32	0,40	0,48	0,57	0,67	0,78	0,89	1,02	1,15	1,28	1,43	1,59	1,75	1,92	2,10	2,28	2,48
	Fp	667	534	445	382	334	297	267	243	222	206	191	178	167	158	149	141	133	127	121	117	112
	fp	0,10	0,14	0,18	0,23	0,29	0,35	0,42	0,50	0,58	0,67	0,76	0,87	0,97	1,09	1,21	1,34	1,47	1,61	1,75	1,91	2,07
40 x 3 38 kg/m ²	Fv	12.288	8.533	6.269	4.800	3.793	3.072	2.539	2.133	1.818	1.567	1.365	1.200	1.063	948	851	768	697	635	581	533	492
	fv	0,10	0,14	0,19	0,25	0,32	0,40	0,48	0,57	0,67	0,78	0,89	1,02	1,15	1,29	1,43	1,59	1,75	1,92	2,10	2,29	2,48
	Fp	1.002	802	669	573	501	445	401	364	334	308	287	267	251	236	223	211	201	191	182	174	167
	fp	0,10	0,14	0,18	0,23	0,29	0,35	0,42	0,50	0,58	0,67	0,77	0,87	0,97	1,09	1,21	1,34	1,47	1,61	1,76	1,91	2,07
40 x 5 55 kg/m ²	Fv	20.475	14.219	10.446	7.998	6.319	5.119	4.230	3.555	3.029	2.612	2.275	2.000	1.771	1.580	1.418	1.280	1.161	1.058	968	889	819
	fv	0,10	0,14	0,19	0,25	0,32	0,40	0,48	0,57	0,67	0,78	0,89	1,02	1,15	1,29	1,43	1,59	1,75	1,92	2,10	2,29	2,48
	Fp	1.670	1.336	1.113	954	835	742	682	607	557	514	477	445	418	393	371	351	334	318	303	291	278
	fp	0,10	0,14	0,18	0,23	0,29	0,35	0,42	0,50	0,58	0,67	0,77	0,87	0,97	1,09	1,21	1,34	1,47	1,61	1,76	1,91	2,07
50 x 5	Fv	31.995	22.219	16.324	12.498	9.875	7.999	6.611	5.555	4.733	4.081	3.555	3.125	2.768	2.469	2.216	2.000	1.814	1.653	1.512	1.389	1.280
	fv	0,08	0,11	0,16	0,20	0,26	0,32	0,38	0,46	0,54	0,62	0,71	0,81	0,92	1,03	1,15	1,27	1,40	1,54	1,68	1,83	1,98
	Fp	2.569	2.056	1.713	1.469	1.285	1.142	1.050	934	856	791	734	685	643	606	571	514	514	489	466	447	429
	fp	0,08	0,11	0,15	0,19	0,23	0,28	0,34	0,40	0,46	0,54	0,61	0,69	0,78	0,87	0,97	1,07	1,18	1,29	1,40	1,53	1,65
60 x 5	Fv	46.080	32.000	23.510	18.000	14.222	11.520	9.521	8.000	6.817	5.878	5.120	4.500	3.986	3.556	3.191	2.880	2.612	2.380	2.178	2.000	1.843
	fv	0,07	0,10	0,13	0,17	0,21	0,26	0,32	0,38	0,45	0,52	0,60	0,68	0,76	0,86	0,96	1,06	1,17	1,28	1,40	1,52	1,65
	Fp	3.638	2.911	2.426	2.079	1.819	1.617	1.488	1.323	1.212	1.120	1.039	970	910	856	809	766	728	694	661	633	606
	fp	0,07	0,09	0,12	0,15	0,19	0,24	0,28	0,33	0,39	0,45	0,51	0,58	0,65	0,73	0,81	0,89	0,98	1,07	1,17	1,27	1,38

Fv = Valores de carga para cargas distribuidas.
 fv = Valores de combado en cm con una carga Fv.
 Fp = Valores de carga de una carga puntual, actuando en el medio en daN y en una superficie de ataque de carga de 200 x 200 mm.
 fp = Valores de combado en cm con una carga de Fp.
 Esfuerzo del material (tensión permitida) = 1.600 daN/cm²
 Factor de seguridad hasta el límite de elasticidad = 1,71
 Factor de seguridad hasta el límite de rotura = 2,35
 Asiento de parrilla = altura de parrilla, pero al menos 30 mm



www.saigosl.com

saigo SL

Ribera Zorrozaurre, 15 - 16.
48014 Bilbao.
Telf.: 944 479 655
Fax: 944 761 842
e-mail: saigo@saigosl.com

5. SAI LIEBERT PSI-XR

■ Energía de CA
Para Business-Critical Continuity™

Liebert® PSI XR™

Manual del Usuario—1000/1500/2200/3000 VA, 50/60 Hz, 230 V CC



CONTENIDO

1.0	INTRODUCCIÓN	4
2.0	CONTENIDO DE LA CAJA	5
3.0	INSTALACIÓN	6
3.1	Preparación	6
3.2	Instalación de la unidad UPS en posición vertical	7
3.3	Adaptación e instalación del UPS en posición horizontal en un rack	8
3.4	Orientación del panel para la instalación	9
3.5	Conexión de la alimentación de entrada y de la carga	9
3.6	Conexión de la protección contra sobretensión	10
3.7	Conexión al puerto de interfaz de la computadora	10
3.8	Interruptor EPO	11
3.9	Instalación de gabinete de baterías externas	11
4.0	CONTROLES E INDICADORES	13
4.1	Botones de control	14
4.1.1	Encendido del sistema, silenciamiento de alarmas y prueba de autodiagnóstico manual. . .	14
4.1.2	Botón de apagado	14
4.2	Indicadores de estado	14
4.2.1	Botón de cambio de estado	14
4.2.2	Indicador de nivel de carga	14
4.2.3	Indicador del nivel de batería	14
4.2.4	Indicadores de estado del UPS	15
5.0	MODOS DE FUNCIONAMIENTO	16
5.1	Modo de funcionamiento normal	16
5.2	Modo de reducción/elevación	16
5.3	Modo de funcionamiento a baterías	16
5.4	Operación de recarga de baterías	16
6.0	COMUNICACIÓN	17
6.1	Conector DB-9	17
6.2	Apagado remoto mediante el conector DB-9	17
6.2.1	Apagado en cualquier modo mediante los pines 5 y 6	17
6.2.2	Apagado en cualquier modo de funcionamiento a baterías mediante los pines 4 y 5	17
6.3	Conectores RJ-45 de protección de líneas de datos	18
6.4	Comunicación con el UPS	18
6.5	Configuraciones de inversión/transferencia de voltaje del UPS	18

7.0	MANTENIMIENTO DE LAS BATERÍAS	19
7.1	Carga y almacenamiento de las baterías	19
7.2	Procedimiento para cambiar las baterías internas	19
8.0	ESPECIFICACIONES	20
9.0	RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	23

FIGURAS

Figura 1	Vista frontal del UPS	4
Figura 2	1000 y 1500 VA: vista posterior	4
Figura 3	2200 y 3000 VA: vista posterior	4
Figura 4	Accesorios	5
Figura 5	Colocación de la unidad Liebert PSI XR	6
Figura 6	Posición vertical: coloque el soporte de instalación en posición vertical	7
Figura 7	Adaptación de la unidad Liebert PSI XR para instalación horizontal en rack	8
Figura 8	Orientación del panel del UPS	9
Figura 9	Conexión de la alimentación de la red eléctrica y de la carga	9
Figura 10	Conexión de la protección contra sobretensión	10
Figura 11	Conexión al puerto de interfaz de la computadora	10
Figura 12	Conexión del interruptor EPO para operación normalmente abierta	11
Figura 13	Instalación del gabinete de baterías externas en posición vertical	11
Figura 14	Conexión de los gabinetes de batería al UPS	12
Figura 15	Panel e indicadores de estado	13
Figura 16	Configuración del interruptor DIP para el sistema de 230 V	18
Figura 17	Reemplazo de las baterías	19

TABLAS

Tabla 1	Clave de colores de los conectores de gabinetes de batería	12
Tabla 2	Panel y función de los indicadores de estado, leyenda	13
Tabla 3	Indicadores de estado: color, modo de iluminación	15
Tabla 4	Asignación de pines del conector DB-9	17
Tabla 5	Configuraciones de voltaje	18
Tabla 6	Especificaciones de la unidad Liebert PSI XR	20
Tabla 7	Especificaciones del gabinete de baterías de la unidad Liebert PSI XR	21
Tabla 8	Duración de las baterías de la unidad Liebert PSI XR	22
Tabla 9	Localización y solución de problemas, causas y soluciones	23

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD IMPORTANTES

INSTRUCCIONES PARA TENER SIEMPRE A DISPOSICIÓN

Este manual contiene instrucciones importantes que deben seguirse al pie de la letra durante la instalación y el mantenimiento del sistema de energía ininterrumpida (UPS) y sus baterías. Lea este manual minuciosamente antes de intentar instalar o utilizar el UPS.

No es necesario tener ninguna capacitación previa para montar y utilizar este equipo.


ADVERTENCIA

Instale el UPS en interiores con temperatura y humedad controladas, sin contaminantes conductores, exceso de humedad, líquidos inflamables, gases, ni sustancias corrosivas.

Algunos componentes tienen tensión incluso cuando el suministro de CA está desconectado. Para el mantenimiento, póngase en contacto con un técnico debidamente capacitado y autorizado. No retire la cubierta, ya que el UPS no tiene piezas que pueda reparar o reemplazar el usuario, salvo el módulo de baterías interno.

Utilice el UPS únicamente con un suministro de 220-240 V y 50 ó 60 Hz de CA, debidamente protegido por una puesta a tierra adecuada. No conecte este UPS a sistemas de alimentación eléctrica tipo IT (IEC 364 - Instalación eléctrica en edificios).


ADVERTENCIA

Si bien el UPS ha sido diseñado y fabricado para garantizar la seguridad personal, su uso indebido puede provocar un incendio o una descarga eléctrica. Para garantizar la seguridad, respete las siguientes indicaciones:

- Apague y aisle eléctricamente el UPS antes de limpiarlo. Limpie el UPS con un paño seco. No utilice productos de limpieza líquidos, ni en aerosol.
- No instale ni utilice el UPS cerca de una fuente de agua o dentro de ella.
- No bloquee los orificios de ventilación o introduzca nada en ellos ni tampoco en ninguna otra abertura del UPS. No deje que se acumule polvo en los orificios de ventilación ya que esto podría llegar a limitar la circulación del aire.
- No coloque el cable de alimentación del UPS en un lugar donde se pueda deteriorar.

Precauciones para la manipulación de las baterías

ADVERTENCIA

Las baterías deben ser reemplazadas sólo por personal debidamente capacitado y autorizado con conocimientos sobre las baterías y las precauciones necesarias.

Las baterías pueden producir descargas eléctricas y corriente de cortocircuito de alta intensidad. Al trabajar con las baterías, se deben tomar las siguientes precauciones:

- Si lleva puesto un reloj, anillo o algún otro objeto metálico, quíteselo.
- Utilice herramientas con mangos aislados.
- No deseche las baterías en el fuego, ya que podrían explotar.
- No abra ni desarme las baterías. El electrolito liberado es tóxico. Puede causar lesiones en la piel y los ojos.
- Al reemplazar la batería, utilice el tipo de batería que se indica en las **Tablas 6 y 7**.
- Cuando manipule, transporte y recicle baterías, hágalo conforme a la legislación vigente.

CONDICIONES DE USO: el tomacorriente de suministro de la red eléctrica debe estar a no más de 1,8 m (6 pies) del UPS y debe ser de fácil acceso.

El UPS proporciona corriente acondicionada a los equipos conectados a él. Está diseñado sólo para uso comercial. El sistema no está destinado para uso con equipos de auxilio vital ni con determinados dispositivos de carácter crítico. La carga máxima no debe superar el valor que se indica en la etiqueta del UPS. Si tiene dudas, consulte a su representante local de Liebert o de Emerson Network Power Liebert Applications.

Los modelos Liebert PSI™ XR 1000 y 1500 no incluyen cable de alimentación de entrada para conexión al tomacorriente de suministro de la red eléctrica. Utilice el cable de suministro de entrada de la red eléctrica del equipo de procesamiento de datos para conectar el UPS al suministro de la red eléctrica.

Para los modelos Liebert PSI XR 2200 y 3000, utilice los cables de suministro de entrada de la red de eléctrica incluidos con calibración 16A. Para los sistemas de suministro del Reino Unido, consulte un electricista debidamente capacitado y autorizado para que realice la conexión del cable suministrado para los modelos 2200 y 3000 a la red principal.

La pérdida a tierra total del UPS y de la carga conectada no debe superar los 3,5 mA. Si la corriente de pérdida a tierra de la carga conectada puede exceder los 2,5 mA o si tiene dudas, convierta la conexión del cable de entrada en una instalación de conexión fija o en un enchufe/tomacorriente industrial (por ejemplo, un conector CEE 17).

Esta modificación debe ser realizada por un ingeniero electricista debidamente capacitado y autorizado que conozca los códigos y reglamentaciones eléctricas locales.

Al instalar el UPS o al realizar las conexiones de entrada y salida, cumpla con todos los códigos y normas de seguridad correspondientes (como IEC60950, VDE0805, EN62040-1).

Si se colocan medios de almacenamiento magnéticos sobre el UPS, se puede llegar a perder la información almacenada en ellos.












COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA: la serie Liebert PSI XR cumple con los requisitos de la norma de la Comunidad Europea EMC 89/336/EEC y de los estándares técnicos publicados. El cumplimiento continuo exige la instalación en conformidad con estas instrucciones y el uso exclusivo de accesorios aprobados por Emerson Network Power.

Cuando se utilicen las funciones de comunicación del UPS, asegúrese de que los cables conectados a los puertos de comunicaciones DB-9 o del UPS se mantengan separados de los cables de suministro de corriente hacia y desde la unidad.

ATENCIÓN

No conecte equipos que puedan llegar a sobrecargar el UPS ni necesitar una rectificación de media onda por parte del UPS, por ejemplo, taladros eléctricos, aspiradoras, impresoras láser/de inyección de tinta, secadores de pelo o retroproyectores.

GLOSARIO DE SÍMBOLOS

	Riesgo de descarga eléctrica
	Aviso de precaución que incluye instrucciones importantes a seguir
	Indica que la unidad cuenta con un módulo de baterías de plomo con válvula de seguridad
	Reciclado
	Tensión de CC
	Conductor de puesta a tierra del equipo
	Con conexión de puesta a tierra
	Tensión de CA
	Encendido del sistema, silenciamiento de alarmas y prueba de autodiagnóstico manual
	Apagado
	Botón de cambio de estado

1.0 INTRODUCCIÓN

La unidad Liebert PSI™ XR es un UPS 2U de línea interactiva que se puede instalar en rack o utilizar como UPS en posición vertical.

Los indicadores de estado en la parte frontal de la unidad Liebert PSI XR muestran el nivel de carga, el nivel de la batería, el modo reducción/elevación, fallas en el cableado del sitio y estado de la batería. Los botones incluyen un botón combinado de encendido/silenciamiento de alarma/autodiagnóstico manual, botón de apagado y botón de indicación de cambio de estado.

La unidad Liebert PSI XR cuenta con puertos de interfaz USB, DB-9 (RS-232/cierre de contactos) y SNMP. Los puertos DB-9 y USB ofrecen información de operación detallada al sistema host, incluida la tensión, corrientes y estados de alarma, cuando se utiliza en combinación con el software de apagado Liebert.

Figura 1 Vista frontal del UPS



Figura 2 1000 y 1500 VA: vista posterior

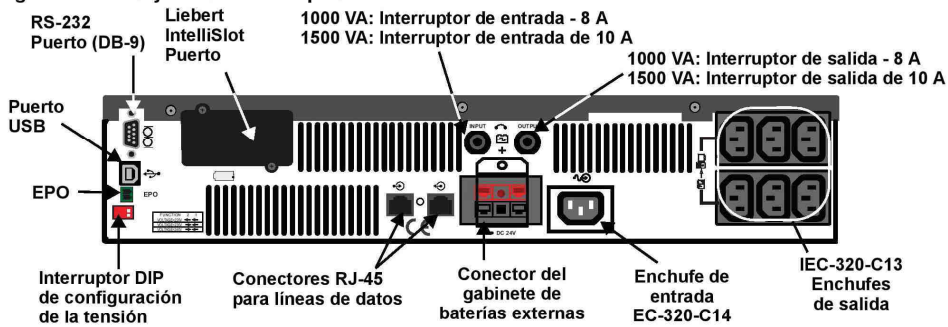
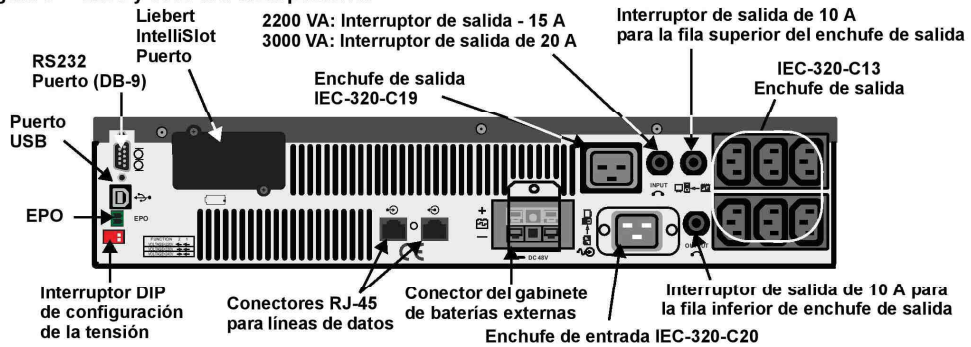


Figura 3 2200 y 3000 VA: vista posterior

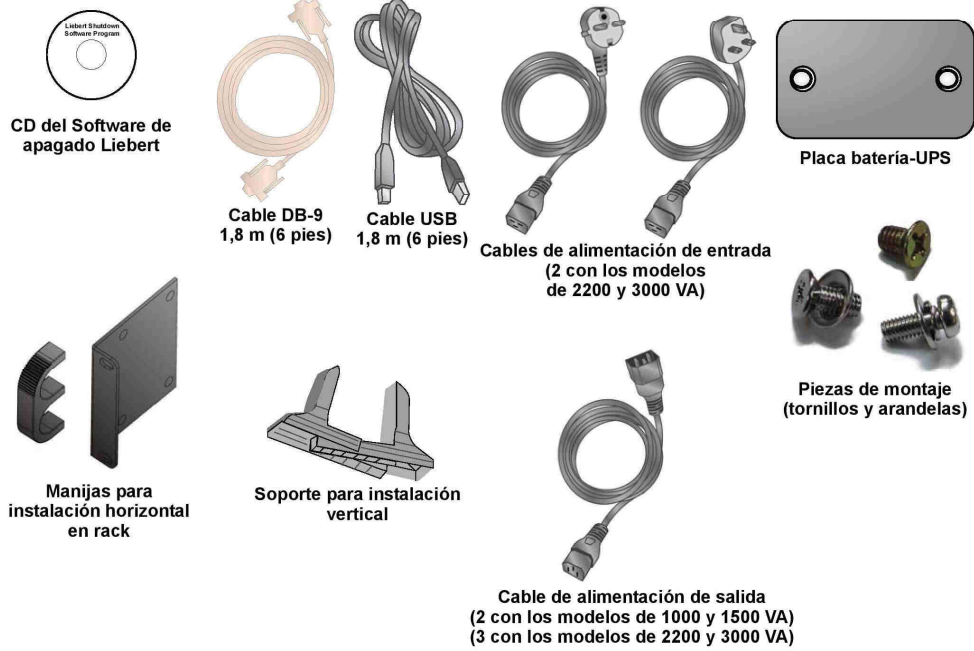


2.0 CONTENIDO DE LA CAJA

La unidad Liebert PSI XR se envía con los siguientes elementos:

- Manual del usuario en varios idiomas, en CD
- Software de apagado Liebert y Manual del usuario en CD
- Cable de serie DB-9
- Cable USB
- Cables de alimentación de entrada, sólo 2200/3000: 2
- Cables de salida IEC, sólo 1000/1500: 2
- Cables de salida IEC, sólo 2200/3000: 3
- Soporte para instalación vertical
- Manijas para instalación horizontal en rack
- Placa batería-UPS

Figura 4 Accesorios



3.0 INSTALACIÓN

3.1 Preparación

Revise el UPS para comprobar que el producto no haya sufrido daños durante el envío. Si encuentra algún daño, notifíquelo a la empresa de transporte y a su representante local de Emerson.



PRECAUCIÓN

La unidad es pesada, puede causar lesiones. Esto puede provocar daños al equipo o lesiones personales.

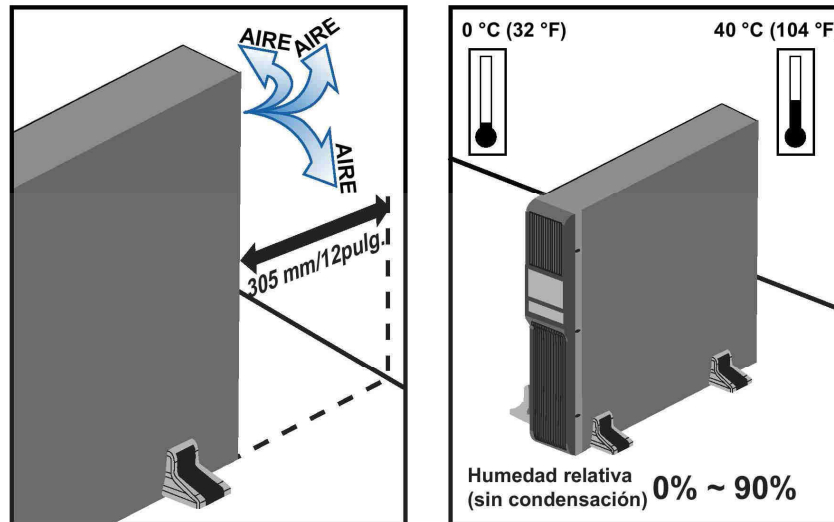
El UPS y los gabinetes de batería son pesados (consulte las **Tabla 6** y **Tabla 7**). Tome las precauciones necesarias al levantar o mover el UPS o los gabinetes de batería.

La unidad Liebert PSI XR se puede instalar en posición vertical u horizontal. Determine el método más apropiado para la aplicación y continúe.

Decida dónde va a colocar el sistema Liebert PSI XR. El UPS se debe instalar en interiores, en un ambiente controlado. Colóquelo en un área con suficiente circulación de aire a su alrededor, alejado de agua, líquidos inflamables, gases, agentes corrosivos o contaminantes conductores de la electricidad (consulte la **Figura 5**).

Deje un espacio libre mínimo de 305 mm (12 pulg.) en la parte frontal y posterior del UPS. Asegúrese de que la temperatura ambiente oscile entre 0 °C a 40 °C (32 °F a 104 °F) (consulte la **Figura 5**).

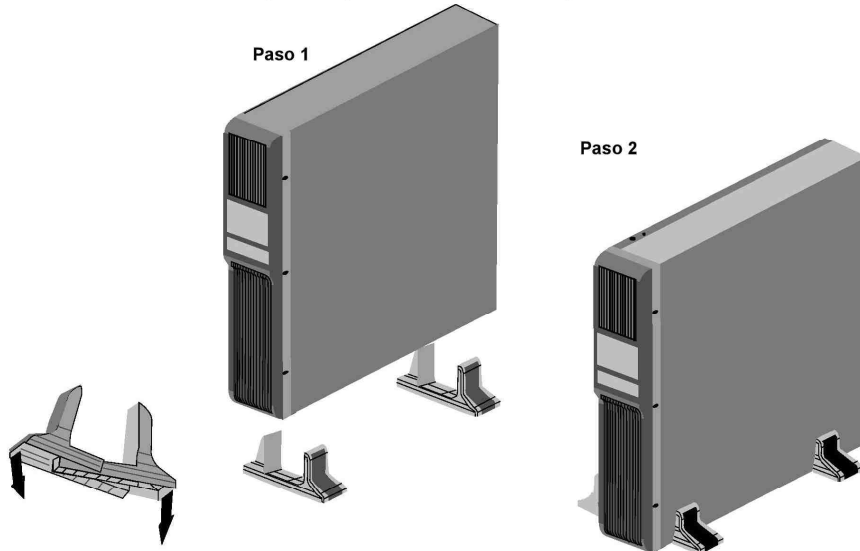
Figura 5 Colocación de la unidad Liebert PSI XR



3.2 Instalación de la unidad UPS en posición vertical

Consulte la **Figura 6** para utilizar la unidad Liebert PSI XR en posición vertical.

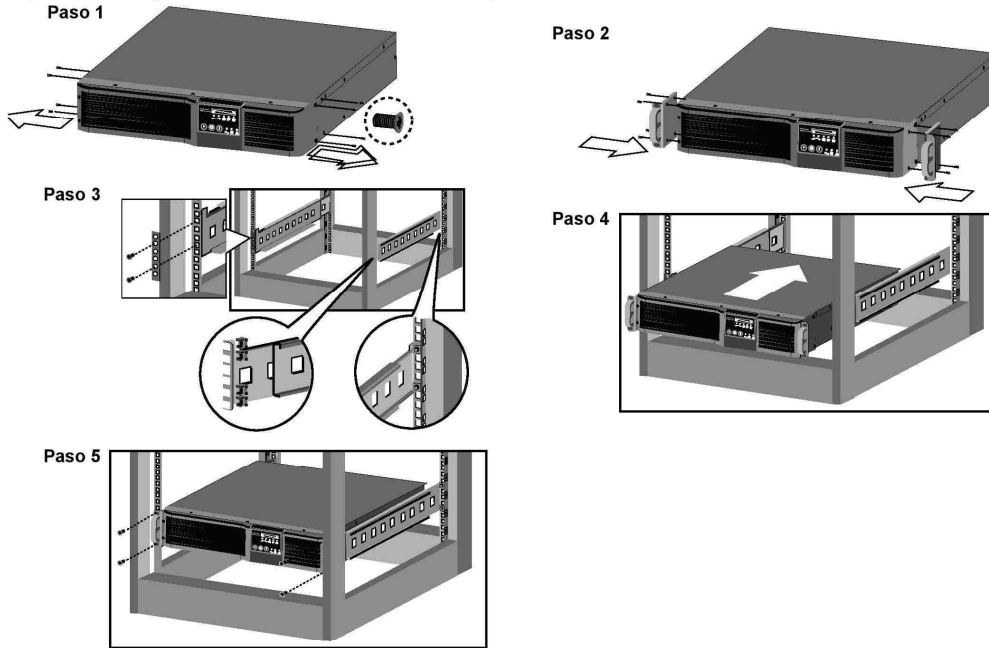
Figura 6 Posición vertical: coloque el soporte de instalación en posición vertical



3.3 Adaptación e instalación del UPS en posición horizontal en un rack

Consulte la **Figura 7** para instalar la unidad Liebert PSI XR horizontalmente en un rack.
Los gabinetes de baterías externas se instalan en racks de la misma forma.

Figura 7 Adaptación de la unidad Liebert PSI XR para instalación horizontal en rack



ADVERTENCIA

La unidad es muy pesada y podría caerse. Esto puede provocar daños al equipo, lesiones o incluso la muerte.

Colocar equipos pesados cerca de la parte superior de un rack puede aumentar el riesgo de volcamiento. Coloque el UPS o el gabinete de baterías, si utiliza uno, en la parte inferior del bastidor.



PRECAUCIÓN

El equipo es pesado y requiere esfuerzo para levantarlo. Esto puede provocar lesiones personales.

Es recomendable que dos personas levanten el equipo para colocarlo en el bastidor, dependiendo del peso.

ATENCIÓN

Cuando se opta por colocar el UPS en posición horizontal en un rack, es necesario asegurarlo con un bastidor, guías de deslizamiento, abrazaderas o rieles fijos a cada lado. Las manijas para rack NO resisten el peso del UPS. Sólo sirven para colocar el UPS en el rack o para retirarlo.

3.4 Orientación del panel para la instalación

La unidad Liebert PSI XR tiene un panel giratorio que se puede disponer orientar en posición vertical u horizontal.

Para instalar el panel en la posición deseada, extraígalo y gírelo hasta que quede en la posición correcta; luego presiónelo hacia el interior de la unidad hasta que quede en su lugar.

Figura 8 Orientación del panel del UPS

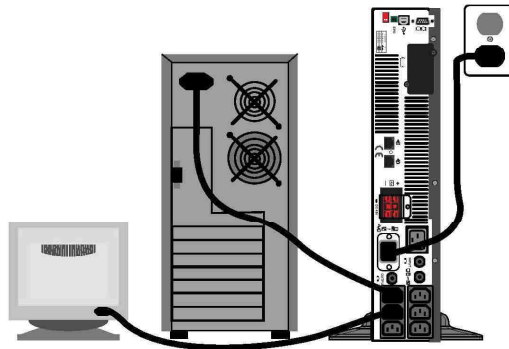


3.5 Conexión de la alimentación de entrada y de la carga

Los modelos de 1000 VA y 1500 VA no incluyen cable de alimentación de entrada; los modelos de 2200 VA y 3000 VA sí incluyen cable de alimentación de entrada.

Conecte el cable de entrada al UPS; luego conecte el equipo a los tomacorrientes en la parte posterior del UPS. Los tomacorrientes del UPS cuentan con baterías de respaldo y protección contra sobretensión cuando el suministro de la red eléctrica falla (consulte la Figura 9).

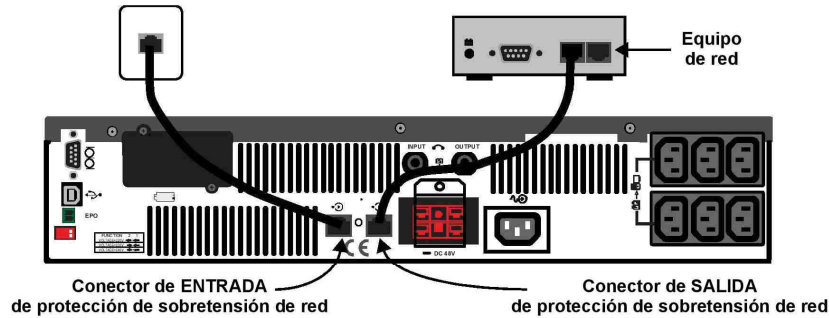
Figura 9 Conexión de la alimentación de la red eléctrica y de la carga



3.6 Conexión de la protección contra sobretensión

Conecte un cable de red al conector de ENTRADA RJ-45 de protección de red contra sobretensión, ubicada en la parte posterior del UPS. Conecte desde el conector de SALIDA con el cable de red hacia el equipo de red (consulte la **Figura 10**).

Figura 10 Conexión de la protección contra sobretensión



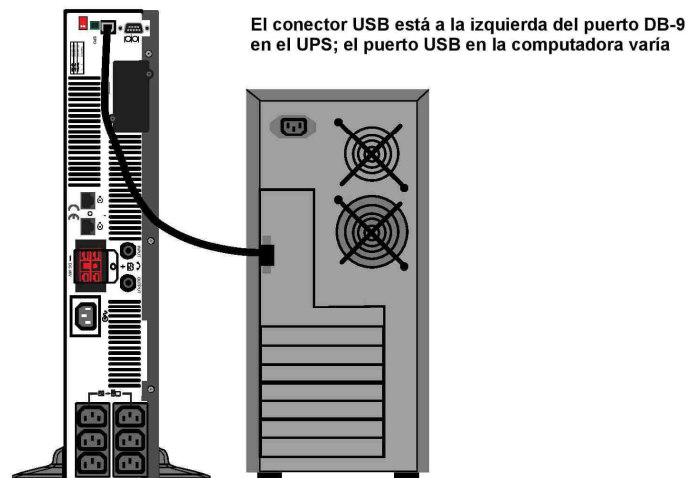
3.7 Conexión al puerto de interfaz de la computadora

Determine el tipo de conexión de comunicación que utilizará para administrar el UPS. La unidad Liebert PSI XR se puede supervisar con cualquiera de estos métodos de comunicación:

- en serie
- cierre de contactos
- USB
- SNMP

Consulte la guía de instalación del software de apagado Liebert en el CD-ROM incluido para obtener detalles e información de instalación. Consulte también la sección 6.4 - **Comunicación con el UPS**.

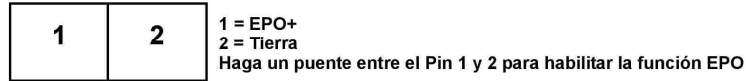
Figura 11 Conexión al puerto de interfaz de la computadora



3.8 Interruptor EPO

La unidad Liebert PSI XR está equipada con un interruptor de apagado de emergencia (EPO). El usuario debe proporcionar un medio de interconexión con el circuito de EPO para permitir la desconexión del interruptor de alimentación de entrada del UPS a fin de interrumpir totalmente el suministro eléctrico al UPS y a los equipos conectados, de conformidad con todas las normas y reglamentos nacionales y locales sobre cableado.

Figura 12 Conexión del interruptor EPO para operación normalmente abierta

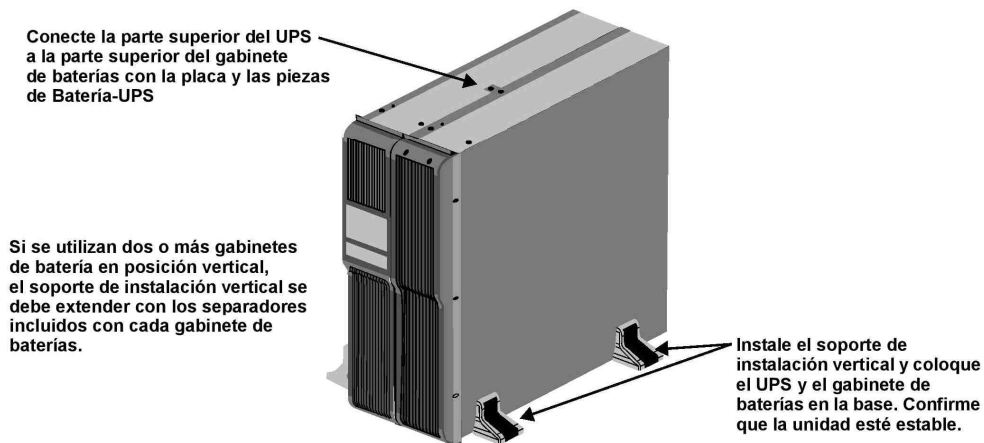


3.9 Instalación de gabinete de baterías externas

Para prolongar el tiempo de duración de las baterías, es posible conectar gabinetes de baterías externas opcionales Liebert al UPS. Los gabinetes de baterías externas se colocan todos de un mismo lado del UPS o bien apilados debajo de la unidad. Las baterías tienen un tiempo de funcionamiento máximo de tres horas a carga completa.

1. Apague los equipos conectados y apague el UPS.
2. Instale el gabinete de baterías externas posición vertical u horizontal (consulte la Figura 13 o la sección 3.3 - Adaptación e instalación del UPS en posición horizontal en un rack).
3. Primero, conecte el cable del gabinete de baterías externas a la parte posterior del gabinete de baterías externas y luego a la parte posterior del UPS (consulte la Figura 14).

Figura 13 Instalación del gabinete de baterías externas en posición vertical



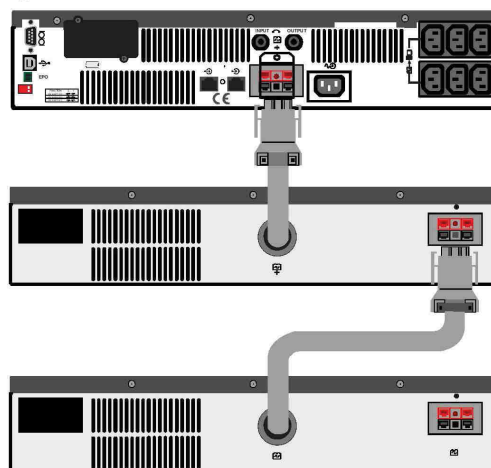
ATENCIÓN

Los conectores de gabinetes de batería externas tienen un código de colores, como se indica en la Tabla 1. No intente instalar gabinetes de batería externas con conectores de color que son diferentes al del conector de batería del UPS.

Tabla 1 Clave de colores de los conectores de gabinetes de batería

Modelo de UPS	Tensión nominal del sistema (color del conector)	Modelo del gabinete de baterías externas
PS1000RT3-230XR	24VDC (Rojo)	PSRT3-24VBXR
PS1500RT3-230XR		
PS2200RT3-230XR	48 V CC (Gris)	PSRT3-48VBXR
PS3000RT3-230XR		

Figura 14 Conexión de los gabinetes de batería al UPS



Consulte en la **Tabla 8** la duración aproximada de las baterías.

4.0 CONTROLES E INDICADORES

Los botones en el panel frontal controlan la unidad Liebert PSI XR. Ocho diodos LED indican el estado del UPS. Consulte la **Figura 15** y la **Tabla 2**.

Figura 15 Panel e indicadores de estado

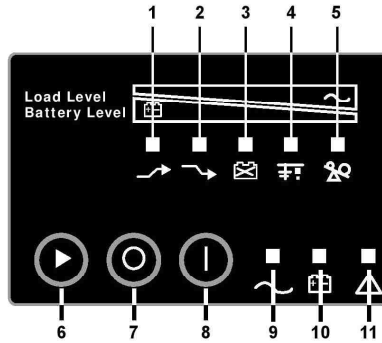


Tabla 2 Panel y función de los indicadores de estado, leyenda

Pieza	Nombre	Indicadores de estado	Descripción
1	LED 1	Elevación de tensión del regulador automático de tensión	Operación del UPS en modo de elevación de tensión del regulador automático de tensión
2	LED 2	Reducción de tensión del regulador automático de tensión	Operación del UPS en modo de reducción de tensión del regulador automático de tensión
3	LED 3	Estado de la batería	Falla de batería/batería baja
4	LED 4	Falla de puesta a tierra/falla en el cableado del sitio	Falla de puesta a tierra/falla en el cableado del sitio
5	LED 5	Sobrecarga	Sobrecarga del UPS
1 a 5	Nivel de carga/nivel de batería		Indica el nivel de carga/nivel de batería
6	Botón de cambio de estado		Cambia el panel de los indicadores del nivel de carga a los indicadores de nivel de la batería
7	Botón de apagado		UPS apagado
8	Botón de encendido		Encendido del UPS, autodiagnóstico manual (en modo de funcionamiento normal), silenciamiento de alarma (en modo de funcionamiento a baterías)
9	LED 9	Modo de funcionamiento normal	Operación del UPS en modo de funcionamiento normal
10	LED 10	Modo de funcionamiento a baterías	Operación del UPS en modo de funcionamiento a baterías
11	LED 11	Falla del UPS	Falla del UPS

4.1 Botones de control

4.1.1 Encendido del sistema, silenciamiento de alarmas y prueba de autodiagnóstico manual

Este botón controla la potencia de salida a la(s) carga(s) conectada(s). Tiene tres funciones:

- Encendido
- Silenciamiento de alarmas
- Prueba de autodiagnóstico manual

Encendido: ponga en marcha el UPS presionando este botón por más de 3 segundos y luego soltándolo (se emitirá una alarma breve). Si se presiona el botón de Encendido y el suministro de la red eléctrica está fuera de los parámetros de entrada, el UPS arrancará con las baterías (arranque en negro).

Silenciamiento de alarmas: detenga una alarma audible en modo a baterías presionando este botón por más de un segundo y luego soltándolo.

Prueba de autodiagnóstico manual: para iniciar un autodiagnóstico manual, presione este botón por al menos tres (3) segundos mientras funciona desde el suministro de red eléctrica. El UPS pasará a modo a baterías para detectar la tensión de la batería y si el UPS está funcionando normalmente.

Si los diodos LED indican batería baja: permita que el UPS recargue las baterías durante 8 horas. Vuelva a probar las baterías después de la recarga.

Si los diodos LED indican batería baja después que volver a probarlas, comuníquese con su distribuidor local, representante local de Emerson o con Liebert Applications.

Si el diodo LED indica falla de batería: comuníquese con su distribuidor local, representante local de Emerson o con Liebert Applications.

Si el diodo LED indica una falla del UPS: retire la carga, repita la prueba de autodiagnóstico. Si el diodo indica falla de UPS, comuníquese con su distribuidor local, representante local de Emerson o con Liebert Applications.



NOTA

Consulte en la **Figura 15** y la **Tabla 2** los detalles sobre el significado de los diodos LED.

4.1.2 Botón de apagado

Con la unidad funcionando, tanto en modo normal como en modo a baterías, mantenga presionado el botón de apagado por más de tres segundos y se apagará el UPS.

4.2 Indicadores de estado

4.2.1 Botón de cambio de estado

El botón de cambio de estado determina la información mostrada por los cinco diodos LED en el panel frontal. La información predeterminada por los diodos LED es el nivel de carga del UPS. Si presiona el botón de cambio de estado mientras el UPS está encendido, el panel de diodos LED mostrará la capacidad de la batería durante 5 segundos. Esta función sirve para evaluar el significado de los indicadores de estado según se describen en la sección 4.2.4 - **Indicadores de estado del UPS**. Consulte en la **Figura 15** y la **Tabla 2** la ubicación del botón de cambio de estado.

4.2.2 Indicador de nivel de carga

Los cinco diodos LED en la parte superior del panel frontal se encienden sin intermitencia para indicar el nivel de carga en la salida del UPS. Los diodos LED muestran el nivel de carga en un rango, $\pm 5\%$. El significado y los colores de nivel de carga de los diodos LED son:

LED 1	LED 2	LED 3	LED 4	LED 5
10 a 24%: Verde	25 a 49%: Verde	50 a 74%: Amarillo	75 a 99%: Amarillo	100% o más: Rojo

4.2.3 Indicador del nivel de batería

Los cinco diodos LED se encienden sin intermitencia para indicar la capacidad de la batería. La capacidad de la batería se muestra durante cinco segundos después de presionar el botón de cambio de estado. Los diodos LED muestran la capacidad de la batería en un rango, $\pm 5\%$. El significado y los colores de nivel batería de los diodos LED son:

LED 1	LED 2	LED 3	LED 4	LED 5
100 a 76%: Verde	75 a 51%: Verde	50 a 26%: Amarillo	25 a 11%: Amarillo	10% o menos: Rojo

4.2.4 Indicadores de estado del UPS

Los diodos LED del panel se encienden con o sin intermitencia para indicar el estado del UPS:

Modo de funcionamiento con suministro de red eléctrica: el indicador de modo de funcionamiento con suministro de red eléctrica (LED 9) se enciende sin intermitencia cuando el suministro de la red eléctrica está disponible y dentro de las especificaciones de entrada.

Modo de funcionamiento a baterías: el indicador de baterías (LED 10) se enciende sin intermitencia cuando el UPS funciona a baterías.

Elevación/Reducción de tensión del regulador automático de tensión automático: cuando el UPS se encuentra en modo de Elevación/Reducción de tensión del regulador automático de tensión, el panel LED indicará el nivel de carga relativa en la salida del UPS y el diodo LED 1 (elevación) o 2 (reducción) se encenderán con intermitencia para indicar el modo.

Batería baja: cuando la tensión de la batería del UPS es baja, el panel LED indicará el nivel de carga relativa en la salida del UPS y el diodo LED 3 se encenderá con intermitencia como advertencia.

Falla de cableado del sitio: en caso de falla del cableado del sitio, la pantalla LED indicará el nivel de carga relativa en la salida del UPS y el diodo LED 4 se encenderá con intermitencia como advertencia.

Sobrecarga: cuando el UPS funciona en estado de sobrecarga, la pantalla LED indicará el nivel de carga relativa en la salida del UPS y el LED 5 se encenderá con intermitencia como advertencia.

Tabla 3 Indicadores de estado: color, modo de iluminación

Estado	LED 1	LED 2	LED 3	LED 4	LED 5	LED 9	LED 10	LED 11
Modo de funcionamiento normal						Verde Fijo		
Elevación de tensión del regulador automático de tensión	Verde Intermitente					Verde Fijo		
Reducción de tensión del regulador automático de tensión		Verde Intermitente				Verde Fijo		
Modo de funcionamiento a baterías (arranque en negro)							Amarillo Fijo	
Batería baja			Amarillo Intermitente					
Falla de cableado del sitio				Amarillo Intermitente				
Sobrecarga					Rojo Intermitente			
Falla de la batería Apagado			Amarillo Fijo					Rojo Fijo
Sobrecarga Apagado					Rojo Fijo			Rojo Fijo
Salida del UPS Apagado anormal							Amarillo Fijo	Rojo Fijo

5.0 MODOS DE FUNCIONAMIENTO

5.1 Modo de funcionamiento normal

Cuando el UPS está en modo de funcionamiento normal, el indicador de modo normal se enciende en verde.

5.2 Modo de reducción/elevación

El regulador automático de tensión compensa las fluctuaciones del suministro de la red eléctrica, como los picos y las caídas de tensión. La unidad Liebert PSI XR compensa las fluctuaciones elevando la subtensión (elevación) o disminuyendo la sobretensión (reducción). El regulador automático de tensión funciona en forma automática y mantiene la tensión de salida al equipo conectado sin utilizar las baterías.

5.3 Modo de funcionamiento a baterías

El UPS pasa al modo de funcionamiento a baterías en caso de una condición extrema en la tensión/frecuencia de entrada o de falla del suministro de red eléctrica.

Cuando el UPS está en modo de funcionamiento a baterías, el indicador de baterías se enciende en color ámbar y se emite una alarma audible cada 2 segundos. A medida que la capacidad disminuye, se van apagando los indicadores LED.

Cuando ocurre una condición de batería baja, el indicador de batería se ilumina con intermitencia en color ámbar u se emite una alarma audible cada segundo. Si desea saber la duración aproximada de las baterías, consulte la **Tabla 8**.

5.4 Operación de recarga de baterías

Una vez que se restablece el suministro de la red eléctrica, el UPS reanuda la operación normal y el cargador de baterías comienza a recargar las baterías.

6.0 COMUNICACIÓN

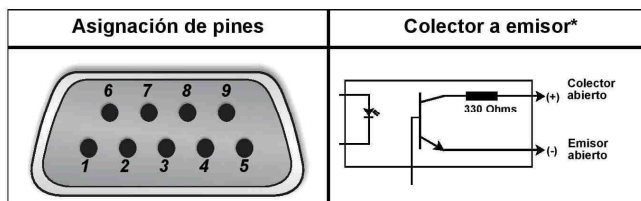
6.1 Conector DB-9

El UPS tiene un conector DB-9 (hembra, de 9 pines) en su parte posterior que permite las comunicaciones de estado del UPS con una computadora que tenga instalado el software de apagado Liebert. La conexión ofrece comunicación en serie, señales a baterías y batería baja. Con el UPS se envían el software de apagado Liebert y un cable de serie DB-9 de 1,8 m (6 pies).

Cuando se interrumpe el suministro y la carga de la batería es baja, el software de apagado Liebert puede emitir una señal a la computadora host para apagar el sistema de operaciones.

Tabla 4 Asignación de pines del conector DB-9

Pin del conector DB-9	Detalle de la asignación de pines
1	Batería baja (colector abierto)
2	UPS TxD
3	UPS RxD
4	Apagado remoto (5-12 V); funcionamiento a baterías
5	Común
6	Salida apagada, (puente al Pin 5, sin enganche); funcionamiento en cualquier modo
7	Batería baja (emisor abierto)
8	Interrupción del suministro de la red eléctrica (emisor abierto)
9	Interrupción del suministro de la red eléctrica (colector abierto)



6.2 Apagado remoto mediante el conector DB-9

Se puede apagar el sistema Liebert PSI XR en forma remota si se realiza un puente entre los pines 5 y 6 o los pines 4 y 5 del conector DB-9.

6.2.1 Apagado en cualquier modo mediante los pines 5 y 6

Cuando se realiza un puente entre los pines 5 y 6, la salida del UPS se apaga, sin importar en qué modo de funcionamiento se encuentre el sistema. Mientras exista el puente entre los pines, no se puede encender el UPS. Al retirar el puente, se puede habilitar la salida del UPS presionando el botón de encendido/silenciamiento de alarmas/prueba de autodiagnóstico manual.

6.2.2 Apagado en cualquier modo de funcionamiento a baterías mediante los pines 4 y 5

Cuando el UPS se encuentra en modo de funcionamiento a baterías, se requiere una señal de 5-12 V CC de 2 segundos o más para apagar el UPS. Se ignorará toda señal con una duración inferior a 2 segundos.

Una vez que el pin 4 recibe la señal de apagado, se activa un temporizador regresivo de 2 minutos. El temporizador de apagado no se puede detener: si el suministro de la red eléctrica se reanuda, el temporizador continúa hasta que transcurran los 2 minutos y el UPS se apaga. El UPS se reinicia 10 segundos después de reanudarse el suministro de la red eléctrica.

6.3 Conectores RJ-45 de protección de líneas de datos

Los conectores de línea de datos (entrada y salida) en la parte posterior del UPS ofrecen supresión de sobretensión transitoria para dispositivos de red.

6.4 Comunicación con el UPS

Gracias a que el sistema Liebert PSI XR viene equipado con un puerto Liebert Intellislot[®], ofrece funciones avanzadas de comunicaciones y supervisión.

El software de apagado Liebert supervisa el UPS en forma continua y es capaz de apagar su computadora o servidor vía USB and RS-232 ante una interrupción prolongada del suministro eléctrico.

La tarjeta Liebert Intellislot IS-WEBRT3 permite llevar a cabo el control y la supervisión del UPS, con tecnología Web y SNMP, desde cualquier punto de la red.



NOTA

Las comunicaciones USB y de cierre de contactos ocurren en paralelo. Si se utiliza la tarjeta Liebert IS-WEBRT3 se desactivan las comunicaciones en serie del conector DB-9.

6.5 Configuraciones de inversión/transferencia de voltaje del UPS

Un interruptor DIP de dos pines ubicado en la parte posterior de la unidad Liebert PSI XR permite configurar el UPS para que funcione a tensiones nominales de 220 V, 230 V o 240 V. Esta función cambia los puntos alto y bajo en los que el UPS pasa a la alimentación a baterías. También cambia el voltaje de salida del UPS cuando el UPS funciona a baterías. El valor predeterminado de fábrica es de 230 V CA.

Figura 16 Configuración del interruptor DIP para el sistema de 230 V

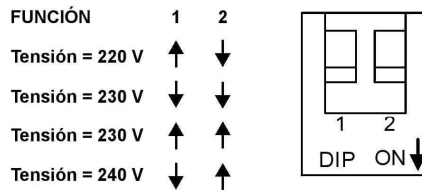


Tabla 5 Configuraciones de voltaje

Parámetro	Rango de tensión de entrada	Tensión de salida (modo de funcionamiento a baterías)
220	165~275	220 V CA
230	173~288	230 V CA
240	180~300	240 V CA

7.0 MANTENIMIENTO DE LAS BATERÍAS

7.1 Carga y almacenamiento de las baterías

Las baterías, que son de plomo, herméticas y tienen válvula de seguridad, deben mantenerse cargadas para que su vida útil sea la pronosticada. Si está conectado al suministro de la red eléctrica, la unidad Liebert PSI XR carga las baterías continuamente, incluso si está apagada.

Si se va a almacenar la unidad Liebert PSI XR por un largo período de tiempo Liebert recomienda conectar el UPS a la alimentación de entrada durante al menos 8 horas cada 4 a 6 meses para mantener las baterías cargadas.

7.2 Procedimiento para cambiar las baterías internas

ATENCIÓN

Este UPS está equipado con baterías internas que el usuario puede reemplazar sin apagar el UPS o las cargas conectadas (de intercambio en caliente). Hay que tener sumo cuidado al cambiar las baterías porque la carga queda desprotegida de las posibles fluctuaciones e interrupciones del suministro.

Para cambiar las baterías:

1. Retire los dos tornillos ubicados a la izquierda del marco frontal.
2. Extraiga el marco frontal del UPS.
3. Retire los dos tornillos de la abrazadera de la batería.
4. Retire el tornillo del soporte de los conectores de la batería.
5. Desconecte los dos conectores de batería ranurados gris/rojo y negro.
6. Tome el módulo de baterías y retírelo por la parte frontal del UPS.
7. Abra el módulo de baterías nuevo con cuidado de no romper el envoltorio.
8. Compare ambos módulos, el usado y el nuevo, para asegurarse de que sean iguales. Si son iguales, continúe con el reemplazo. Si son diferentes, NO continúe; comuníquese con su distribuidor local, representante local de Emerson o con Liebert Applications.
9. Deslice el módulo de baterías hacia el interior del UPS.
10. Vuelva a atornillar la abrazadera de la batería con los dos tornillos.
11. Vuelva a conectar los dos conectores de batería ranurados gris/rojo y negro.
12. Vuelva a colocar el tornillo del soporte de los conectores de la batería.
13. Vuelva a colocar el marco frontal.

Figura 17 Reemplazo de las baterías

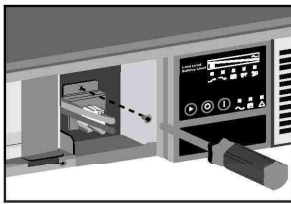
Paso 1



Paso 2



Paso 4



Paso 6



Especificaciones

8.0 ESPECIFICACIONES

Tabla 6 Especificaciones de la unidad Liebert PSI XR

Número de modelo	PS1000RT3-230XR	PS1500RT3-230XR	PS2200RT3-230XR	PS3000RT3-230XR
Régimen de potencia VA/W	1000 VA/900 W	1500 VA/1350 W	2200 VA/1980 W	3000 VA/2700 W
Dimensiones, ancho x profundidad x alto, mm (pulgadas)				
Unidad	440 x 490,5 x 88 (17,3 x 19,3 x 3,5)	440 x 490,5 x 88 (17,3 x 19,3 x 3,5)	440 x 700,5 x 88 (17,3 x 27,6 x 3,5)	440 x 700,5 x 88 (17,3 x 27,6 x 3,5)
Con embalaje:	560 x 612 x 228 (22 x 24,1 x 9)	560 x 612 x 228 (22 x 24,1 x 9)	560 x 821 x 228 (22 x 32,3 x 9)	560 x 821 x 228 (22 x 32,3 x 9)
Peso, kg (lb)				
Unidad	25 (55)	28 (61)	42 (93)	46 (102)
Con embalaje:	29 (64)	32 (70)	47 (104)	51 (111)
Parámetros de entrada de CA				
Protección de sobretensión	220J			
Rango de tensión Sin funcionamiento a baterías	Entre 165 a 300 V CA (configurable)			
Rango de frecuencia	45~65Hz, (±0,5 Hz)			
Tomacorriente de entrada	IEC-320-C14	IEC-320-C14	IEC-320-C20	IEC-320-C20
Tomacorrientes de salida	(6) IEC-320-C13	(6) IEC-320-C13	(6) IEC-320-C13 (1) IEC-320-C19	(6) IEC-320-C13 (1) IEC-320-C19
Tensión (modo de funcionamiento normal)	220/230/240 V CA (configurable)			
Tensión (modo de funcionamiento a baterías)	220/230/240 V CA (configurable); ±5% antes de la advertencia de batería baja			
Tiempo de transferencia	4 - 6 ms (típico)			
Forma de onda a baterías	Sinusoidal			
Advertencia de sobrecarga	>100%			
Apagado por sobrecarga (Modo de funcionamiento normal)	>120%, apagado después de un ciclo (modo de funcionamiento normal).			
Apagado por sobrecarga (Modo de funcionamiento a baterías)	>130%, apagado después de un ciclo (modo de funcionamiento normal).			
Características de batería				
Tipo	De plomo, con válvula de seguridad y herméticas			
Cantidad x tensión x régimen nominal	4 x 12 x 7,2	4 x 12 x 9	8 x 12 x 7,2	8 x 12 x 9
Tiempo de recarga	5 horas para cargar al 90% de la capacidad nominal tras una descarga completa con carga resistiva			
Tiempo de duración de la reserva				
Carga completa	5 min.			
Carga media	10 min.			
Características ambientales				
Temperatura de operación, °C (°F)	De 0 a 40 (De 32 a 104)			
Temperatura de almacenamiento, °C (°F)	De -15 a 40 (De 5 a 104)			
Humedad relativa	De 0% a 90%, sin condensación			
Altura de operación	Hasta 3000 m (10.000 pies) a 35 °C (95 °F) sin disminución de potencia			
Ruido audible	<40 dBA, ventilador(es) interno(s) apagado; <45 dBA, ventilador(es) interno(s) encendido			
Entidad				
Seguridad	IEC62040-1-1			
FMC	IEC/FN/AS 62040-2 2da Ed Clase A			
Transporte	Certificación ISTA del Procedimiento de prueba 1A			

Los tiempos de reserva de la batería son aproximados y pueden variar dependiendo de la carga y de la carga de la batería.

Especificaciones**Tabla 7 Especificaciones del gabinete de baterías de la unidad Liebert PSI XR**

Número de modelo	PSRT3-24VBXR	PSRT3-48VBXR
Utilizado con modelo de UPS	PS1000RT3-230XR PS1500RT3-230XR	PS2200RT3-230XR PS3000RT3-230XR
Dimensiones, ancho x profundidad x alto, mm (pulgadas)		
Unidad	440 x 490,5 x 88 (17,3 x 19,3 x 3,5)	
Con embalaje	560 x 675 x 228 (22 x 26,6 x 9)	
Peso, kg (lb)		
Unidad	29 (64)	
Con embalaje	33 (73)	
Baterías		
Tipo	De plomo, con válvula de seguridad y herméticas	
Cantidad x tensión x régimen nominal	8 x 12 x 7,2	8 x 12 x 7,2
Fabricantes de baterías	CSB, YUASA o equivalentes	
Características ambientales		
Temperatura de operación, °C (°F)	De 0 a 40 (De 32 a 104)	
Temperatura de almacenamiento, °C (°F)	De -15 a 40 (De 5 a 104)	
Humedad relativa	De 0% a 90%, sin condensación	
Altura máxima de operación	3000 m (10.000 pies) a 35 °C (95 °F) sin disminución de potencia	
Entidad		
Seguridad	IEC/EN/AS 62040-1-1	
Emisiones	IEC/EN/AS 62040-2 2da Ed Clase A	
Traslado	Certificación ISTA del Procedimiento de prueba 1A	

Especificaciones

Tabla 8 Duración de las baterías de la unidad Liebert PSI XR

Número de baterías	Porcentaje de carga	1000 VA	1500 VA	2200 VA	3000 VA
Baterías internas	10	82	81	76	75
	25	43	32	32	32
	50	15	13	14	13
	75	9	8	8	8
	100	6	5	5	5
Baterías internas + 1 gabinete de baterías externas	10	272	222	161	142
	25	139	109	80	70
	50	73	55	45	31
	75	51	31	25	17
	100	31	18	15	12
Baterías internas + 2 gabinete de baterías externas	10	438	357	241	205
	25	231	175	128	106
	50	129	95	67	56
	75	84	61	47	31
	100	65	46	29	18
Baterías internas + 3 gabinete de baterías externas	10	614	492	322	267
	25	324	241	170	139
	50	181	131	95	73
	75	126	84	62	50
	100	96	64	48	31
Baterías internas + 4 gabinete de baterías externas	10	789	627	483	329
	25	385	308	255	171
	50	233	167	143	95
	75	162	114	100	62
	100	124	82	72	47
Baterías internas + 5 gabinete de baterías externas	10	964	762	564	392
	25	509	374	298	204
	50	285	203	167	113
	75	197	139	116	74
	100	151	106	84	56
Baterías internas + 6 gabinete de baterías externas	10	1140	897	644	454
	25	601	440	341	236
	50	336	239	191	131
	75	233	163	133	85
	100	179	124	102	65

Los tiempos de funcionamiento son en minutos, suponiendo que las baterías están completamente cargadas, a una temperatura de 25 °C (77 °F) con cargas resistivas.

9.0 RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

La información a continuación indica varios indicios que le indican al usuario que la unidad Liebert PSI XR presenta un problema. Consulte en la **Tabla 9** las soluciones sugeridas.

1. Suena una alarma, lo que implica que el UPS necesita la intervención del usuario. Todas las alarmas pueden silenciarse, salvo la de batería baja y la de sobrecarga.
2. También se encienden uno o más indicadores que le facilitan al operador el diagnóstico del problema. Los mismos se describen a continuación:

Si el UPS no funciona correctamente, apáguelo y siga los pasos descritos en la sección 3.0 - Instalación. Si el problema persiste, consulte la **Tabla 9**.

Tabla 9 Localización y solución de problemas, causas y soluciones

Problema	Causa	Solución
El UPS no enciende	Cortocircuito	Revise el interruptor ubicado en la parte posterior del UPS. Si se desconectó, colóquelo en su posición original y encienda el UPS. Si necesita ayuda, comuníquese con su distribuidor local, representante local de Emerson o con Liebert Applications.
	La batería está desconectada o completamente descargada	Verifique que las baterías estén correctamente conectadas.
El UPS se enciende en modo de funcionamiento a baterías y no cambia al modo de funcionamiento en CA (arranque en negro)	El UPS no está enchufado	Conecte el cable de alimentación del UPS en forma segura.
	Se desconectó el interruptor.	Restablezca el interruptor.
	Sobretensión de CA	Espere a que la tensión vuelva a la normalidad o llame a un electricista debidamente capacitado y autorizado para que revise el suministro de la red pública.
El UPS se apaga	Cortocircuito o salida anormal del UPS; los diodos LED 10 y LED 11 se iluminan y se emite una alarma audible	Retire la carga y encienda el UPS de nuevo. Si necesita ayuda, comuníquese con su distribuidor local, representante local de Emerson o con Liebert Applications.
	Sobrecarga; los diodos LED 5 y LED 11 se iluminan y se emite una alarma audible	Revise el nivel de carga en el panel y retire las cargas que no sean esenciales. Vuelva a calcular la carga y reduzca los equipos conectados al UPS; el vatiaje total no debe exceder la capacidad del UPS.
	Los diodos LED 3 y LED 11 se iluminan y se emite una alarma audible	Recargue la batería durante 8 horas y luego encienda el UPS.
	Software de apagado Liebert	Consulte el manual del usuario de del software de apagado Liebert o póngase en contacto con el administrador de la red de área local.
El diodo de batería baja (LED 3) se enciende con intermitencia	Baterías descargadas	Recargue las baterías.
	Es necesario reemplazar las baterías	Cambie las baterías.

Garantía de alta disponibilidad de las aplicaciones y la información de uso crítico de la empresa

Liebert Emerson Network Power, líder mundial en facilitar la continuidad de las actividades cruciales de la empresa, garantiza la adaptabilidad y resiliencia de red a través de sus tecnologías, incluidas las tecnologías de suministro eléctrico y refrigeración de Liebert, que protegen y respaldan sistemas empresariales de uso crítico. Las soluciones de Liebert utilizan una arquitectura adaptativa que responde ante cambios en la criticidad, densidad y capacidad de los sistemas. Las empresas se benefician de mayor disponibilidad en sistemas de tecnología de la información, flexibilidad operativa, y reducción en costos operativos y de bienes de capital.

Asistencia/Servicio técnico

Sitio Web

www.liebert.com

Monitoreo

800-222-5877

monitoring@emersonnetworkpower.com

Desde el exterior: 614-841-6755

Single-Phase UPS

800-222-5877

upstech@emersonnetworkpower.com

Outside the US: 614-841-6755

Sistemas UPS trifásicos

800-543-2378

powertech@emersonnetworkpower.com

Sistemas ambientales

800-543-2778

Desde el exterior

614-888-0246

Oficinas

Estados Unidos

1050 Dearborn Drive

P.O. Box 29186

Columbus, OH 43229

Europa

Via Leonardo Da Vinci 8

Zona Industriale Tognana

35028 Piove Di Sacco (PD) Italy

+39 049 9719 111

Fax: +39 049 5841 257

Asia

7/F, Dah Sing Financial Centre

108 Gloucester Road, Wanchai

Hong Kong

852 2572220

Fax: 852 28029250

Si bien se han tomado todas las precauciones para asegurar la exactitud y la cabalidad de este material, Liebert Corporation no asume ninguna responsabilidad y niega toda responsabilidad por daños que deriven del uso de esta información o de cualquier error u omisión.

© 2008 Liebert Corporation Todos los derechos reservados en todo el mundo. Especificaciones sujetas a modificaciones sin previo aviso

® Liebert es marca comercial registrada de Liebert Corporation.

Todos los nombres mencionados en este documento son marcas

comerciales o registradas de sus respectivos titulares.

SLI-23315SP_REV0_04-08

Emerson Network Power.

Líder mundial en *Business-Critical Continuity*.

■ Energía de CA

■ Informática integrada

■ Planta externa

EmersonNetworkPower.com

■ Bastidores y gabinetes integrados

■ Conectividad

■ Fuentes de alimentación incorporadas

■ Controles y conmutadores de potencia

■ Servicios

■ Energía de CC

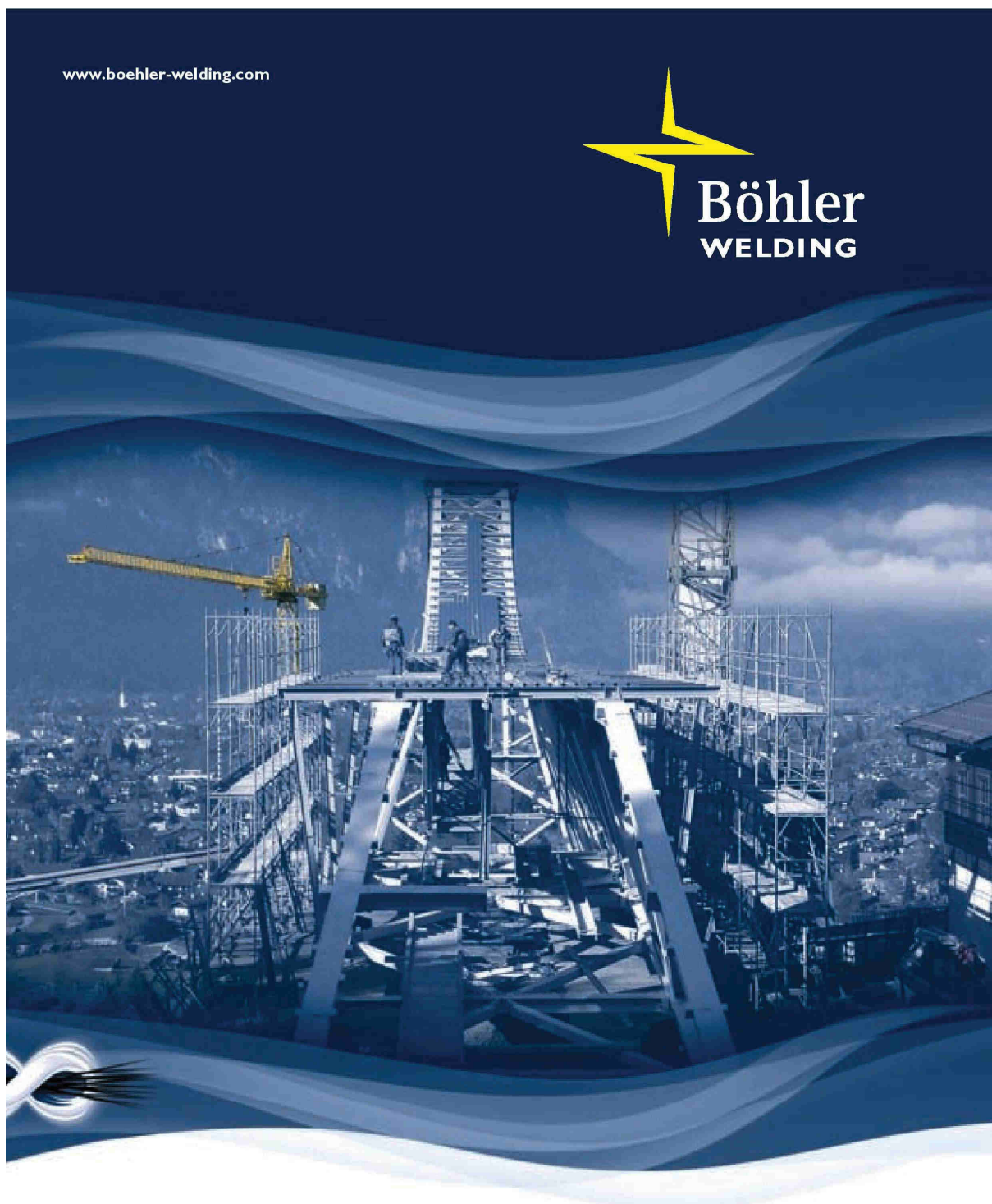
■ Monitoreo

■ Refrigeración de precisión

■ Protección contra sobretensión

Business-Critical Continuity, Emerson Network Power y el logotipo de Emerson Network Power son marcas comerciales y marcas de servicio de Emerson Electric Co. ©2008 Emerson Electric Co.

6. ELECTRODOS BÖHLER



**CONSUMIBLES PARA LA SOLDADURA
DE CONSTRUCCIONES DE ACERO**

Editorial

CONSTRUCCIÓN DE ACERO Y DISEÑOS ESPECIALES

BÖHLER WELDING es un proveedor líder de consumibles para soldadura resistentes a la corrosión, las altas temperaturas y el calor, que ofrece una amplia gama de productos para la gran mayoría y aplicaciones de metales base.

La gama de consumibles para soldadura de BÖHLER WELDING se basa en muchos años de experiencia en el sector metalúrgico y ofrece una calidad excelente para el soldeo de secciones y planchas de acero de estructuras. Para estructuras con estrictos requisitos metalúrgicos en construcciones de puentes y de acero, así como en el sector de aceros de grano fino para la construcción de grúas y vehículos comerciales, la calidad demostrada de BÖHLER WELDING es la clave para reducir los costes de fabricación y garantizar la seguridad estructural. Asesores con experiencia trabajan junto a los clientes para desarrollar las soluciones

óptimas técnica y económicamente para satisfacer requisitos particulares. La amplia gama de consumibles para soldadura de primera categoría se adecua constantemente a las especificaciones más actuales de la ingeniería y el diseño.

De forma adicional, adaptamos la documentación técnica, las hojas de datos, los ensayos, envases y etiquetado a nuestros clientes o a los requisitos de sus necesidades. Durante más de ocho décadas, BÖHLER WELDING se ha especializado en el soldeo de fabricaciones de estructuras de acero y satisface los estándares más exigentes en lo referido a la calidad de los consumibles y la competencia técnica.

En el sitio Web www.boehler-welding.com encontrará nuestros distribuidores y la información de contacto más próxima a usted.



Guía de selección

	Metales base AISI/UNS/ASTM/API	Proceso de soldado											
		SMAW	FCAW	GTAW	GMAW	Arco sumergido							
			Página	Página	Página	Página	Página	Página	Página				
Aceros sin aleaar YS ≤ 355 N/mm ²	Sa106A+B	FOX MSU	5										
		FOX OHV	5										
		FOX KE	5										
		FOX SUM	5										
		FOX SUS	5										
		FOX ET1	5	Ti 52-FD	8	(BW VII)*	9		EMS 2+BB 24	12			
		FOX SPE	5	Ti 52 W-FD	8	(DMM)*	15	EMK 6	10	EMS 2+BB 33 M	13		
		FOX SPEM	6	HL 51-FD	9	EMK 6	10			EMS 2+BF 16	13		
		FOX HL 160 Ti	6	HL 53-FD	9	EML 5	10	SG 3-P	11	EMS 3+BB 24	14		
		FOX HL 180 Ti	6							EMS 3+BB 25	14		
		FOX EV 47	6			ER 70 S-2	11			EMS 3+BB 33 M	14		
		FOX EV 50	7							EMS 3+BF 16	15		
		FOX EV 50-A	7										
		FOX EV 50-W	7										
		FOX EV PIPE	8										
		Aceros de alta resistencia de grano fino Aceros resistentes a la intemperie YS ≤ 420 N/mm ²	Corten A 36 todos Gr.	FOX NiCuCr	19				NiCu 1-IG	19			
FOX EV 50	6			Ti 52-FD	8	DMM-IG	22	EMK 6	10	EMS 2+BB 25	12		
FOX EV 50-A	7			Ti 52 W-FD	8	Ni 1-IG	23			EMS 3+BB 24	14		
FOX EV 50-W	7			HL 51-FD	9	2.5 Ni-IG	23	SG 8-P	22	EMS 3+BB 25	14		
YS ≤ 460 N/mm ²	A572 Gr. 65			FOX EV 55	19	HL 53-FD	9			EMK 7	24		
				FOX EV 60	20					EMK 8	24	Ni 2-UP+BB 24	25
				FOX 2.5 Ni	22					2.5 Ni-IG	23	EMS 2+BB 33 M	13
YS ≤ 500 N/mm ²	SA508 Cl.2			FOX EV 63	20	Ti 60-FD	24					EMS 3+BB 33 M	14
				FOX EV 60 PIPE	20								
YS ≤ 550 N/mm ²	A302 Gr. A-D			FOX EV 65	20			NiMo 1-IG		NiMo 1-IG	23	3 NiMo 1-UP+BB 24	25
				FOX EV 70	21								
				FOX EV 70 PIPE	21								
		FOX EV 70 Mo	21										
YS ≤ 620 N/mm ²	A517 Gr. A-C	FOX EV 75	21										
YS ≤ 690 N/mm ²	USS-T1	FOX EV 85	22					X 70-IG	24	3 NiCrMo 2.5-UP+BB 24	23		
		FOX EV 85 M	22			NiCrMo 2.5-IG		NiCrMo 2.5-IG	23				
YS ≤ 890 N/mm ²	HY-100	FOX EV 100	22					X 90-IG	24				
Electrodos multiuso YS ≤ 380 N/mm ² YS ≤ 460 N/mm ² YS ≤ 550 N/mm ²	Aceros sin aleaar, aceros para tuberías	FOX CEL	28					DMM-IG	28				
		FOX CEL+	28										
		FOX BVD 85	28										
		FOX BVD 90	29										
Electrodo para cortar/ranurar		FOX NUT	30										

* Para la gama de aplicaciones de las varillas para soldar con gas, véase la descripción del producto

www.boehler-welding.com

Aceros sin alear



Construcción de estructura de acero, Acconci Island, soldado con BÖHLER EMK 6, BÖHLER EAS 2 IG (GTAW) y BÖHLER FOX EV 50.

© Boris Klemmayer



Grúas de pluma articulada, Palfinger AG, soldadas con BÖHLER EMK 8, BÖHLER X 70-IG, BÖHLER X 90-IG, hilo tubular BÖHLER HL 51-FD y la combinación de hilo/fundente BÖHLER EMS 2 / BB 24

© Palfinger AG

Aceros sin alear

BÖHLER Norma EN AWS	Proceso de soldado	Análisis típico %	Propiedades mecánicas típicas	Ø mm	Homolo- gaciones	Características y aplicaciones	Metales base
FOX MSU E 38 0 RC 11 E 43 13 A E6013 E4313	SMAW	C 0.06 Si 0.4 Mn 0.5	YS 430 N/mm ² TS 490 N/mm ² EL 26% CVN 75 J 58 J...-10 °C	2.5 3.2 4.0	TÜV-D, DB, ÖBB, ABS, DNV, BV, GL, LR, RMR, SEPROZ, CE	Electrodos con recubrimiento rutilo-celulósico con extraordinaria soldabilidad en todas las posiciones, incluida vertical descendente. Baño de fusión viscoso, buena unión entre separación de raíz, fácil manipulación. Para la industria y el soldado manual, el soldado de fábrica y ensamblaje.	Aceros hasta un límite elástico de 380 N/mm ² (52 ksi) S275JR, S235J0G3 - S355J0G3, P235GH, P265GH, P255NH, P235T1, P355T1, P235T2 - P355T2, P235G1TH, P255G1TH, L210 - L360NB, L290MB, S235JR1 - S235J0S1, S235JR2 - S235J0S2
FOX OHV E 38 0 RC 11 E 43 13 A E6013 E4313	SMAW	C 0.06 Si 0.4 Mn 0.45	YS 460 N/mm ² TS 520 N/mm ² EL 25% CVN 75 J 47 J...-10 °C	2.0 3.2 4.0 5.0	TÜV-D, TUV-A, DB, ÖBB, ABS, DNV, LR, LTSS, SEPROZ, CE	Electrodos con recubrimiento rutilo-celulósico con extraordinaria soldabilidad en todas las posiciones, incluida vertical descendente. Electrodo universal, especialmente adecuado para transformadores pequeños. Revestimiento flexible. Aplicaciones multiuso en construcciones de acero, fabricación de calderas y depósitos, fabricación de vehículos, construcción naval y para componentes galvanizados.	ASTM A36 & A53 todos Gr.; A106 Gr. A, B, C; A135 Gr. A, B; A283 Gr. A, B, C, D; A366; A285 Gr. A, B, C; A500 Gr. A, B, C; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A607 Gr. 45; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5 L Gr. B, X42-X52
FOX KE E 38 0 RC 11 E 43 13 A E6013 E4313	SMAW	C 0.06 Si 0.3 Mn 0.5	YS 430 N/mm ² TS 490 N/mm ² EL 26% CVN 75 J 50 J...-10 °C	2.0 2.5 3.2 4.0	LR, SEPROZ, ÖBB	Electrodos con recubrimiento rutilo-celulósico con buena soldabilidad en todas las posiciones, incluida vertical descendente. Excelente soldabilidad con corriente alterna, buenas propiedades de inicio de soldado y al retomarlo, penetración segura, cordón plano. Preferente para trabajos de montador de tuberías y ensamblaje.	A285 Gr. A, B, C; A500 Gr. A, B, C; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A607 Gr. 45; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5 L Gr. B, X42-X52
FOX SUM E 38 0 RR 12 E 43 13 A E6013 E4313	SMAW	C 0.07 Si 0.5 Mn 0.5	YS 430 N/mm ² TS 500 N/mm ² EL 26% CVN 75 J	2.5 3.2 4.0	-	Electrodo con revestimiento tipo rutilo con extraordinaria soldabilidad en todas las posiciones excepto vertical descendente. Buena soldabilidad con corriente alterna y buenas propiedades al retomar el soldado. Arco suave, muy baja pérdida por salpicaduras, muy fácil desprendibilidad de la escoria, acabado particularmente suave y cordones limpios.	
FOX SPE E 38 2 RB 12 E 43 03 A U E6013(mod.) E4313(mod.)	SMAW	C 0.08 Si 0.2 Mn 0.45	YS 420 N/mm ² TS 500 N/mm ² EL 28% CVN 90 J 60 J...-20 °C	2.0 2.5 3.2 4.0 5.0	TÜV-D, TUV-A, DB, ÖBB, DNV, LTSS, SEPROZ, CE	Electrodo rutilo-básico, revestimiento especialmente adecuado para el soldado en posición, a excepción de soldos verticales descendentes. Excelente para pasadas de raíz. Cordones de soldadura de alta calidad, con seguridad radiográfica. Muy buena soldabilidad con corriente alterna, comportamiento intensivo de depósito. Aplicación preferente en construcciones de acero, contenedores y tuberías. Excelentes propiedades mecánicas, por lo que es adecuado para varios grupos de materiales.	
FOX SUS E 42 0 RR 12 E 43 13 A E6013 E4313	SMAW	C 0.07 Si 0.5 Mn 0.6	YS 430 N/mm ² TS 510 N/mm ² EL 27% CVN 75 J 45 J...-10 °C	2.0 2.5 3.2 4.0 5.0	TÜV-D, DB, ÖBB, ABS, BV, DNV, GL, LR, SEPROZ, CE	Electrodo con revestimiento de rutilo con excelente soldabilidad en todas las posiciones excepto vertical descendente, incluso en condiciones poco favorables. Buenas propiedades al retomar el soldado y baja formación de salpicaduras, así como buena soldabilidad con corriente alterna. El cordón es muy limpio con un acabado suave y la escoria se desprende sola.	Aceros hasta un límite elástico de 420 N/mm ² (60 ksi) S275JR, S235J0G3 - S355J0G3, P235GH, P265GH, P255NH, P295GH, P235T1, P355T1, P235T2-P355T2, P235G1TH, P255G1TH, L210 - L360NB, L290MB, S235JR1 - S235J0S1, S235JR2 - S235J0S2
FOX ETI E 42 0 RR 12 E 43 13 A E6013 E4313	SMAW	C 0.07 Si 0.4 Mn 0.5	YS 460 N/mm ² TS 520 N/mm ² EL 26% CVN 65 J	1.5 2.0 2.5 3.2 4.0 5.0	TÜV-D, TUV-A, ABS, BV, DNV, GL, LR, LTSS, SEPROZ, CE	Electrodo con revestimiento de rutilo con excelente soldabilidad en todas las posiciones excepto vertical descendente. Cordones particularmente suaves, escoria autoeliminable. Baja formación de salpicaduras y buena soldabilidad con corriente alterna. Buenas propiedades al retomar el soldado y fácil manipulación. Se pueden lograr longitudes de cordón más largas. Multiuso para la industria y el soldado manual.	ASTM A36 & A53 todos Gr.; A106 Gr. A, B, C; A135 Gr. A, B; A283 Gr. A, B, C, D; A366; A285 Gr. A, B, C; A500 Gr. A, B, C; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A607 Gr. 45; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5 L Gr. B, X42-X56

Aceros sin alear

BÖHLER Norma EN AWS	Proceso de soldado	Análisis típico %	Propiedades mecánicas típicas	Ø mm	Homolo- gaciones	Características y aplicaciones	Metales base
FOX SPEM E 38 2 RB 12 E 43 03 A U E6013(mod.) E4313(mod.)	SMAW	C 0,08 Si 0,3 Mn 0,6	YS 450 N/mm ² TS 540 N/mm ² EL 27% CVN 70 J ≥ 47 J...-20 °C	2,5 3,2 4,0 5,0	TÜV-D, DB, ÖBB, TUV-A, DNV, LR, GL, ABS, CE, BV	Electrodos con revestimiento rutilo-básico, especialmente adecuados para el soldado en posición, excepto para soldos verticales descendentes. Uso preferente en fabricación de calderas y tuberías. Especialmente adecuado para pasadas de raíz con calidad radiográfica y para soldado en posición. Debido al alto contenido de Mn del metal de soldadura depositado, tiene valores de resistencia ligeramente más altos que BÖHLER FOX SPE.	Aceros hasta un límite elástico de 380 N/mm ² (52 ksi) S275JR, S235J2G3 - S355J2G3, P235GH, P265GH, P255NH, P235 T1 - P355T1, P235T2 - P355T2, P235G1TH, P255G1TH, L210 - L360NB, L290MB - L360MB, S235JRS1 - S235J2S1, S235JRS2 - S235J2S2, S255N-S355N ASTM A36 u A53 todos Gr.; A106 Gr. A, B, C; A135 Gr. A, B; A283 Gr. A, B, C, D; A366; A285 Gr. A, B, C; A500 Gr. A, B, C; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A607 Gr. 45; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A935 Gr.45; A936 Gr. 50; API 5 L Gr. B, X42-X52
FOX HL 160 Ti E 38 0 RR 54 E 49 24-1 A E7024-1 E4924-1	SMAW	C 0,08 Si 0,4 Mn 0,7	YS 420 N/mm ² TS 520 N/mm ² EL 26% CVN 100 J 30 J...-20 °C	3,2 4,0 5,0	ABS, GL, LR, SEPROZ	Electrodo con revestimiento de rutilo con un rendimiento del metal de un 160%. Fusión rápida y fácil eliminación de la escoria para cordones fríos y en ángulos cerrados. No se puede usar sobre capas oxidadas o revestidas. Preferente para cordones a tope y relleno en posición horizontal.	Aceros hasta un límite elástico de 380 N/mm ² (52 ksi) S235JR, S275JR, S235J0G3, S275J0G3, S355J0G3, P235GH, P265GH, S255N, P295GH, S235JRS1 - S235J0S1, S235JRS2 - S235J0S2
FOX HL 180 TI E 38 0 RR 74 E 49 24 A E7024 E4924	SMAW	C 0,07 Si 0,5 Mn 0,8	YS 440 N/mm ² TS 510 N/mm ² EL 27% CVN 85 J 50 J...-10 °C	3,2 4,0 5,0	TÜV-A, ABS, DNV, GL, LR, RINA, SEPROZ, ÖBB, RMR	Electrodo con revestimiento de rutilo con un rendimiento del metal de un 180% aprox. Longitudes de cordón muy largas, escoria autoeliminable y cordones suaves y sin mellas son las ventajas especiales de este electrodo. Excelentes características de encendido, soldable con ángulo de desplazamiento de la pistola. Altamente eficaz al rellenar secciones anchas.	ASTM A36 todos Gr.; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C; A366; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A607 Gr. 45; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A935 Gr.45; A936 Gr. 50
FOX EV 47 E 38 4 B 42 H5 E 49 16-1 A U H5 E7016-1H4R E4916-1H4R	SMAW	C 0,06 Si 0,5 Mn 0,7	YS 460 N/mm ² TS 530 N/mm ² EL 27% CVN 190 J 90 J...-40 °C	2,5 3,2 4,0 5,0	TÜV-D, TUV-A, DB, ÖBB, ABS, BV, DNV, GL, LR, RMR, RINA, LTSS, VUZ, SEPROZ, CE	Electrodos con revestimiento básico para soldaduras de gran calidad. Buena soldabilidad para soldado en posición, excepto soldos verticales descendentes. Rendimiento del metal de soldadura depositado del 110% aprox. Muy bajo contenido de hidrógeno en el metal de soldadura depositado (según la especificación AVVS, HD ≤ 4 ml/100 g). Metal de soldadura depositado especialmente duro, no envejece y es resistente a la fisuración, razones por las que es especialmente adecuado para componentes rígidos con secciones de cordón grandes.	Aceros hasta un límite elástico de 380 N/mm ² (52 ksi) S235JR-E295, S235J2G3 - S355J2G3, C22, P235T1-P275T1, P235T2, P275T2, L210 - L320, L290MB - L320MB, P235G1TH, P255G1TH, P235GH, P265GH, P295GH, S235JRS1 - S235J4S, S355G1S - S355G3S, S255N - S355N, P255NH-P355NH, S255NL - S355NL, GE200-GE240 ASTM A 27 & A36 todos Gr.; A214; A 242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285, Gr. A, B, C; A299 Gr. A, B; A328; A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A 572 Gr. 42, 50; A606 todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5 L Gr. B, X42 - X52

Aceros sin alear

BÖHLER Norma EN AWS	Proceso de soldado	Análisis típico %	Propiedades mecánicas típicas	Ø mm	Homolo- gaciones	Características y aplicaciones	Metales base
FOX EV 50 E 42 5 B 42 H5 E 49 18-1 A U H5 E7018-1H4R E4918-1H4R	SMAW	C 0,07 Si 0,5 Mn 1,1	YS 490 N/mm ² TS 560 N/mm ² EL 27% CVN 190 J 100 J...-50 °C	2,0 2,5 3,2 4,0 5,0 6,0	TÜV-D, DB, ÖBB, TÜV A, ABS, BV, DIN V, GL, LR, RMR, RINA, LTSS, VLJZ, SEPROZ, PDO, CRS, CE, NAKS	Electrodos con revestimiento básico para soldaduras de gran calidad. Propiedades excelentes de resistencia y resiliencia hasta 50 °C. Rendimiento del metal de 110% aprox. Buena soldabilidad en todas las posiciones excepto vertical descendente. Muy bajo contenido de hidrógeno en el metal de soldadura depositado (según la especificación AWS, HD ≤ 4 ml/100 g). El electrodo también es adecuado para soldaduras de unión en construcciones de acero, fabricación de calderas y depósitos, fabricación de vehículos, construcción naval, construcción de maquinaria y para capas de relleno para el recargue superficial de aceros con alto contenido de carbono. Adecuado también para soldar aceros con baja pureza y elevado contenido de carbono. Especialmente adecuado para la construcción off-shore, probado con CTOD a -10 °C. BÖHLER FOX EV 50 se puede usar con aplicaciones de gas sulfurado (ensayo HIC según NACE TM-02-84). Los valores del ensayo SSC también están disponibles.	Aceros hasta un límite elástico de 420 N/mm ² (60 ksi) S235JR-E335, S235J2G3 - S355J2G3, C22, P235T1-P355T1, P235T2, P355T2, L210 - L360NB, L290MB - L320MB, P235G1TH, P255G1TH, P235GH, P265GH, P295GH, S235JRS1 - S235J4S, S355G1S - S355G3S, S255N - S355N, P255NH - P355NH, S255NL - S355NL, GE200-GE260, GE300 ASTM A 27 & A36 todos Gr.; A214; A 242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 A27 & A36 todos Gr.; A214; A242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C; A299 Gr. A, B; A328; A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A 572 Gr. 42, 50, A606 todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5 L Gr. B, X42 - X56
FOX EV 50-W E 42 5 B 12 H5 E 49 16-1 A U H5 E7016-1H4R E4916-1H4R	SMAW	C 0,07 Si 0,5 Mn 1,1	YS 460 N/mm ² TS 560 N/mm ² EL 28% CVN 200 J ≥ 47 J...-50 °C	2,0 2,5 3,2 4,0 5,0	TÜV-D, GL, LTSS, PDO, SEPROZ	Electrodos con revestimiento básico para soldaduras de gran calidad. Muy buena soldabilidad en todas las posiciones excepto vertical descendente. El electrodo es también muy adecuado para soldaduras de pasada de raíz. Cordones excelentes, suaves y sin escoria. El metal de soldadura depositado es extremadamente resistente a la fisuración e insensible al frío. Muy bajo contenido de hidrógeno en el metal de soldadura depositado (según la especificación AWS, HD ≤ 4 ml/100 g). Especialmente adecuado para soldar con corriente alterna. Para soldaduras de pasada de raíz, se recomienda polaridad negativa.	Aceros hasta un límite elástico de 420 N/mm ² (60 ksi) S235J2G3 - S355J2G3, S235JR-E295, C22, P235T1-P355T1, P235T2, P355T2, L210 - L360NB, L290MB - L360MB, P235G1TH, P255G1TH, P235GH, P265GH, S255N, P295GH, S235JRS1 - S235J3S, S355G1S - S355G3S, S255N - S355N, P255NH-P355NH, GE200-GE260 ASTM A27 & A36 todos Gr.; A214; A242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C; A299 Gr. A, B; A328; A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A 572 Gr. 42, 50; A606 todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5 L Gr. B, X42 - X56
FOX EV 50-A E 42 3 B 12 H10 E 49 16 A U H10 E7016 E4916	SMAW	C 0,05 Si 0,6 Mn 1,0	YS 440 N/mm ² TS 550 N/mm ² EL 28% CVN 180 J ≥ 47 J...-30 °C	2,5 3,2 4,0 5,0	TÜV-D, DB, ÖBB, CE	Electrodo básico con doble revestimiento de extraordinaria soldabilidad en todas las posiciones excepto vertical descendente. Debido al arco muy dirigido, es especialmente adecuado para soldado en posición. Muy buena soldabilidad para pasadas de raíz. Adecuado para corriente alterna. Baja formación de salpicaduras, buena desprendibilidad de la escoria, cordón uniforme. Adecuado también para transformadores pequeños.	Aceros hasta un límite elástico de 420 N/mm ² (60 ksi) S235J2G3 - S355J2G3, S235JR-E295, C22, P235T1-P355T1, P235T2, P355T2, L210 - L360NB, L290MB - L360MB, P235G1TH, P255G1TH, P235GH, P265GH, S255N, P295GH, S235JRS1 - S235J3S, S355G1S - S355G3S, S255N - S355N, P255NH-P355NH, GE200-GE260 ASTM A27 & A36 todos Gr.; A214; A242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C; A299 Gr. A, B; A328; A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A 572 Gr. 42, 50; A606 todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5 L Gr. B, X42 - X56

Aceros sin alear

BÖHLER Norma EN AWS	Proceso de soldado	Análisis típico %	Propiedades mecánicas típicas	Ø mm	Homolo- gaciones	Características y aplicaciones	Metales base
FOX EV PIPE E 42 4 B 12 H5 E 49 16-1 A E7016-1H4R E4916-1H4R	SMAW	C 0,06 Si 0,6 Mn 0,9	YS 470 N/mm ² TS 560 N/mm ² EL 29% CVN 170 J ≥ 27 J, ...-46 °C	2,0 2,5 3,2 4,0	TÜV-D, L'TSS, SEPROZZ, VNIIST, VNIIGAZ, DB, CE	BÖHLER FOX EV PIPE es un electrodo con revestimiento básico con características de soldado excelentes para soldar en tuberías cordones verticales de pasadas de raíz con polaridad negativa, así como para pasadas de relleno y cordón de peinado con polaridad positiva. Para grosores de pared de 8 mm o mayores, se puede usar un electrodo de 3,2 mm de diámetro para soldados de pasada de raíz. El tiempo de depósito más breve que se puede lograr con él, así como la mayor longitud de los cordones por electrodo se traducen en notables ahorros en comparación con los electrodos AWS E 7018 que se usan normalmente para este tipo de aplicaciones. El electrodo es igualmente adecuado para corriente alterna, por lo que se puede usar también para soldados con corriente alterna en la construcción de edificios y de plantas. El electrodo presenta una excelente resiliencia criogénica CVN, así como un bajo contenido de hidrógeno de máx. 5 ml/100 g en el metal de soldadura depositado.	EN P235GH, P265GH, P295GH, P235T1, P275T1, P235G2TH, P255G1TH, S255N - S420N ¹⁾ , S255NL1 hasta S420NL1, L290NB hasta L360NB, L290NB hasta L415MB, L450MB ¹⁾ hasta L555MB ²⁾ API espec. 5L: A, B, X 42, X46, X52, X56, X60, X65-X80 ²⁾ ASTM A53 Gr. A-B, A106 Gr. A-C, A179, A192, A210 Gr. A-1 ¹⁾ esfuerzo reducido hasta S380N / S380NL1 ²⁾ sólo para pasada de raíz
Ti 52-FD T 46 4 P M 1 H10 T 42 2 P C 1 H5 E71T-1Mh8	FCAW	C 0,06 Si 0,5 Mn 1,2 Ti +	YS 490 N/mm ² TS 580 N/mm ² EL 26% CVN 180 J 90 J, ...-40 °C (80% Ar / 20% CO ₂) YS 470 TS 540 EL 26 CVN 160 J 110 J, ...-20 °C (100% CO ₂)	1,2 1,6	TÜV-D, ABS, BV, L'NV, GL, LR, DB, CE	Hilo tubular con fundente de rutilo con escoria de solidificación rápida. Excelentes características de soldado en todas las posiciones con un solo diámetro de hilo y la misma configuración de los parámetros. Propiedades mecánicas excelentes, fácil eliminación de la escoria, baja pérdida por salpicaduras, superficie del cordón suave, ligeramente ondulada, elevada seguridad radiográfica y cordones sin dientes. Para el soldado en posición, garantiza el mayor rendimiento con ahorros significativos de tiempo y de dinero.	Aceros hasta un límite elástico de 460 N/mm ² (6/ ksi) S235J2G3 - S355J2G3, GE200, GE240, GE260, S235JR51 - S235J2S, AH, DH, EH, S255N - S355N, P235GH, P265GH, S255N, P295GH, S235G2T, S255GT, S355GT, L210 - L360NB, P235G1TH, P255G1TH
Ti 52 W-FD T 46 4 P M 1 H10 T 42 2 P C 1 H5 E71T-1CjH8 E71T-1MjH8	FCAW	C 0,05 Si 0,5 Mn 1,3 Ti +	YS 520 N/mm ² TS 580 N/mm ² EL 24% CVN 140 J 95 J, ...-40 °C (80% Ar/20% CO ₂) YS 480 N/mm ² TS 540 N/mm ² EL 25% CVN 130 J 100 J, ...-20 °C (100% CO ₂)	1,2 1,6	TÜV-D, DB, ÖBB, GL	Hilo tubular con fundente de rutilo con escoria de solidificación rápida. Propiedades de soldado excelentes en todas las posiciones. Propiedades mecánicas excelentes, fácil eliminación de la escoria, baja pérdida por salpicaduras, superficie del cordón suave, ligeramente ondulada, elevada seguridad radiográfica y cordones sin dientes. Especialmente adecuado para soldar metales base revestidos en la construcción naval, para construcciones de acero y puentes. Para el soldado en posición, garantiza el mayor rendimiento con ahorros significativos de tiempo y de dinero.	ASTM A27 & A36 todos Gr; A106 Gr. A, B A214; A 242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C; A299 Gr. A, B; A328; A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A556 Gr. B2A; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A572 Gr. 42, 50; A606 G907 Gr. 30, 33, 36, 40; todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; AA841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5L X42 - X56

Aceros sin alear

BÖHLER Norma EN AWS	Proceso de soldado	Análisis típico %	Propiedades mecánicas típicas	Ø mm	Homolo- gaciones	Características y aplicaciones	Metales base
HL 51-FD T 46 4 M M 1 H5 E70C-6MH4 E48C-6MH4	FCAW	C 0,07 Si 0,7 Mn 1,5	YS 490 N/mm ² TS 610 N/mm ² EL 27% CVN 130 J 90 J...-40 °C (80% Ar/20% CO ₂)	1,2 1,6	TÜV-D, DB, ÖBB, ABS, GL, LR, DNV, CE, BV	Hilo metálico tubular de alta eficacia para soldos automáticos y semiautomáticos de aceros de construcción sin alear y aceros de grano fino a temperaturas entre -40 y +450 °C. El relleno de polvo especialmente diseñado hace posible un rendimiento muy alto del metal entre el 93 y el 97% y tasa de deposición de hasta 9 kg/h. Debido a la baja formación de escoria, se pueden soldar varias capas sin limpieza intermedia. Buena penetración, alta resistencia a la porosidad y buenas características de fluencia son otras características de este electrodo.	Aceros hasta un límite elástico de 460 N/mm ² (67 ksi) S235J2G3 - S355J2G3, GE200, GE240, GE260, S235JRS1 - S235J4S, AH, DH, EH, S255N - S380N, P235GH, P265GH, S255N, P295GH, S235G2T, S255G2T, S355GT, L210 - L360NB, P235G1TH, P255G1TH ASTM A27 & A36 todos Gr.; A106 Gr. A, B A214; A 242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C; A299 Gr. A, B; A328; A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A556 Gr. B2A; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A572 Gr. 42, 50; A606 todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5L X42 - X60
HL 53-FD T 42 5 Z M M 2 H5 E70C-GMH4 E48C-GMH4	FCAW	C 0,06 Si 0,5 Mn 1,2 Ni 0,9	YS 490 N/mm ² TS 610 N/mm ² EL 27% CVN 130 J 70 J...-50 °C (80% Ar/20% CO ₂) Tratamiento térmico después del soldado 600 °C/2 h YS 470 N/mm ² TS 530 N/mm ² EL 27% CVN 190 J (80% Ar/20% CO ₂)	1,2 1,6	TÜV-D	Hilo metálico tubular de alta eficacia para pasadas únicas semiautomáticas y completamente automáticas y para soldaduras en varias pasadas. El relleno especialmente adaptado permite un rendimiento del metal muy alto del 93-97% y velocidades de deposición de hasta 8 kg/h. Transferencia de partículas de metal suave tipo arco spray con la más baja formación de salpicaduras. Debido a la baja formación de escoria, se pueden soldar varias capas sin limpieza intermedia. Buena penetración, alta resistencia a la porosidad y buenas características de fluencia, así como bajo contenido de hidrógeno del metal de soldadura depositado (≤ 5 ml/100 g) son otras de las características de este electrodo. HL 53-FD es especialmente adecuado cuando se usa dentro del rango de temperatura de -50/+450 °C para soldos en ángulo y a tope en aceros de construcción estándar y en aceros de construcción de grano fino en la fabricación de depósitos, construcciones de acero, construcción de maquinaria, fabricación de vehículos y construcción naval.	Aceros hasta un límite elástico de 420 N/mm ² (60 ksi) S235 - S355J2G3, GE200, GE240, GE260, S235JRS1 - S235J4S, AH, DH, EH, S255N - S380N, P235GH, P265GH, S255N, P295GH, S235G2T, S255G2T, S355GT, L210 - L360NB, X 42-X 60, P235G1TH, P255G1TH ASTM A27 & A36 todos Gr.; A106 Gr. A, B A214; A242 Gr.1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C; A299 Gr. A, B; A328; A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A556 Gr. B2A; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45 572 Gr. 42, 50; A606 todos Gr. A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5L X42-X60
BW VII O I R45-G	OAW	C 0,08 Si 0,1 Mn 0,6	YS ≥ 235 N/mm ² TS ≥ 340 N/mm ² EL ≥ 14% CVN ≥ 35 J	2,0 2,5 3,2 4,0	TÜV-D, LTSS, CE	Varilla para soldar con gas sin alear, de cobre, para uniones sometidas a un esfuerzo normal hasta el acero S275JR. Viscosidad baja del baño de fusión.	Aceros hasta un límite elástico de 235 N/mm ² (34 ksi) S235JR, L195 ASTM A36 todos Gr.; A283 Gr. B, C, D; A570 Gr. 33, 36, 40

Aceros sin alear

BOHLER Norma EN AWS	Proceso de soldo	Análisis típico %	Propiedades mecánicas típicas	Ø mm	Homolo- gaciones	Características y aplicaciones	Metales base
BW XII O III R60-G	OAW	C 0,1 Si 0,15 Mn 1,1 Ni 0,45	YS ≥ 275 N/mm ² TS ≥ 410 N/mm ² EL ≥ 14% CVN ≥ 47 J	2,0 2,5 3,0	TÜV-D, DB, ÖBB, CE	Varilla revestida de cobre para soldar con gas con aditivos de níquel para soldaduras de unión de alta calidad en la construcción de depósitos y calderas de vapor de aceros hasta S275JR o planchas de calderas P265GH. Debido al baño de fusión viscoso, al fácil control de la escoria y la buena unión entre separación de raíz, esta varilla es muy fácil de manipular. El baño de fusión es insensible al sobrecalentamiento, incluso si se una llama demasiado caliente.	Aceros hasta un límite elástico de 275 N/mm ² (40 ksi) S235JR - S275JR, P265GH, L235- L290NB ASTM A36 todos Gr.; A283 Gr. B, C, D; A285 Gr. B; A414 Gr. C; A442 Gr. 60; A515 Gr. 60; A516 Gr. 55, 60; A570 Gr. 33, 36, 40
EMK 6 G35i1 (hilo) G42 4 M G35i1 G 42 4 C G35i1 ER70S-6 ER48S-6 W 42 5 W35i1 (varilla GTAW) ER70S-6 ER48S-6	GMAW GTAW	C 0,08 Si 0,9 Mn 1,45 C 0,00 Si 0,9 Mn 1,45	YS 440 N/mm ² TS 530 N/mm ² EL 30% CVN 160 J 80 J, ...-40 °C Ar + 15 - 25% CO ₂ YS 430 N/mm ² TS 540 N/mm ² EL 27% CVN 160 J > 47 J, ...-50 °C	0,8 1,0 1,2 1,6 1,6 2,0 2,4	TÜV-D, TUV-A, DB, ÖBB, ABS, CWB, GL, LR, DNV, LTSS, SEPROZ, CE TÜV-D, TUV-A, LTSS, SEPROZ, CE	Varilla GTAW y electrodo GMAW para soldaduras de unión en la fabricación de calderas y depósitos y en la construcción naval. Debido a sus excelentes propiedades mecánicas y a su alta conductividad, es óptimo para soldar componentes de pared ancha; se puede usar también en aplicaciones con gas sulfurado (ensayo HIC según NACE TM-02-84). La versión revestida sin cobre del hilo macizo está disponible también como versión TOP y se ha diseñado para una baja formación de salpicaduras y para las mejores propiedades de aporte incluso a más altas tasas de aporte del hilo. Estos modelos son especialmente adecuados para el soldo robotizado.	Aceros hasta un límite elástico de 420 N/mm ² (60 ksi) S235J2G3 - S355J2G3, E360, P235T1-P355T1, P235G1TH, L210, L290MB, P255G1TH, P235GH, P265GH, P295GH, P310GH, P255NH, S235JR51 - S235J45, S355G15 - S355G35, S255N - S385N, P255NH- P385NH, GE200-GE260 ASTM A27 & A36 todos Gr.; A106 Gr. A, B A214; A242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C; A299 Gr. A, B; A328; A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A556 Gr. B2A; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A572 Gr. 42, 50; A606 todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50
EML 5 W 46 5 W2Si ER70S-3 ER48S-3	GTAW	C 0,1 Si 0,6 Mn 1,2	YS 500 N/mm ² TS 600 N/mm ² EL 26% CVN 220 J ≥ 47 J, ...-50 °C	1,6 2,0 2,4 3,0	TÜV-D, TUV-A, DB, ÖBB, Statöil, CE	Varilla GTAW para soldar aceros sin alear o de baja aleación. Adecuado para hojas y tuberías delgadas y para el soldo de pasadas de raíz (aprobado hasta -50 °C). El contenido de Si relativamente bajo hace esta varilla especialmente adecuada para soldaduras de unión que se vayan a esmalter o galvanizar posteriormente. BOHLER EML 5 se puede usar con aplicaciones de gas sulfurado (ensayo HIC según NACE TM-02-84).	Aceros hasta un límite elástico de 460 N/mm ² (67 ksi) S235J2G3 - S355J2G3, E360, P235T1-P355T1, P235G1TH, L210, L290MB, P255G1TH, P235GH, P265GH, P295GH, P310GH, P255NH, S235JR51 - S235J45, S355G15 - S355G35, S255N - S385N, P255NH- P385NH, GE200-GE260 ASTM A27 & A36 todos Gr; A214; A242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C; A299 Gr. A, B; A328; A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A 572 Gr. 42, 50; A606 todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5 L Gr. B, X42 - X60

Aceros sin alear

BÖHLER Norma EN AWS	Proceso de soldado	Análisis típico %	Propiedades mecánicas típicas	Ø mm	Homolo- gaciones	Características y aplicaciones	Metales base
ER 70 S-2 ER70S-2 ER48S-2	GTAW	C 0,05 Si 0,5 Mn 1,2 Ti + Zr + Al +	YS ≥ 420 N/mm ² TS ≥ 520 N/mm ² EL $\geq 23\%$ CVN ≥ 80 J ≥ 27 J...-29 °C	1,6 2,0 2,4 3,0	–	Varilla GTAW con aditivos de Al, Ti y Zr, especialmente adecuado para soldar aceros no desoxidados y semidesoxidados. Adecuado especialmente para soldos de una pasada de paredes delgadas y tuberías, así como para pasadas de raíz. Para soldaduras en varias pasadas o requisitos de temperatura por debajo de -30 °C recomendamos usar la varilla para GTAW Bohler EML 5 (ER70S-3).	Aceros especialmente adecuados para pasadas de raíz hasta un límite elástico de 420 N/mm ² (60 ksi) Por ejemplo, S235J2G3, E360, P235T1, L210, P255G1TH, P295GH, P310GH, P255NH, S235J45, S255N, GE260 ASTM e.g. A27 & A36 todos Gr.; A 210 Gr. 1; A214; A34 Gr. 1; A113; A 139
SG 3-P G3Si1 G 46 5 M G3Si1 G 42 4 C G3Si1 E/K/US-G ER485S-G	GMAW	C 0,05 Si 0,75 Mn 1,55 Ti +	YS 510 N/mm ² TS 640 N/mm ² EL 25% CVN ≥ 100 J ≥ 47 J...-50 °C		TÜV-D, CE	BÖHLER SG 3-P es un hilo macizo microaleado para GMAW desarrollado para el soldado automático de gran calidad de líneas de tuberías. Un concepto óptimo del equilibrio de la aleación garantiza buenas propiedades del metal de soldadura depositado que cumplen los requisitos más exigentes del sector de líneas de tuberías on/offshore. El depósito es altamente resistente a la fisuración y presenta resiliencia CVN hasta los -50 °C. Durante la producción se tienen en cuenta aspectos de calidad esenciales, requisitos previos para un aporte ininterumpido del hilo macizo, por ejemplo, la hélice del hilo, el revestimiento de cobre, una tolerancia pequeña del diámetro del hilo y el devanado en capas de precisión.	L290MB-L485MB API espec. 5 L: X42, X46, X52, X56, X60, X65

Aceros sin alear

BÖHLER Norma EN AWS	Proceso de soldado	Análisis típico %	Propiedades mecánicas típicas	Ø mm	Homolo- gaciones	Características y aplicaciones	Metales base
Hilo: EMS 2 S2 EM12K Fundente: BB 24 SA FB 1 65 DC H5	SAW	C 0,07 Si 0,25 Mn 1,2	YS 440 N/mm ² TS 520 N/mm ² EL 33% CVN 185 J 140 J...-60 °C	2,0 2,5 3,0 3,2 4,0	TÜV-D Hilo: TÜV-D, TUV-A, DB, ÖBB, KTA 1408.1, SEPROZ, CE	Combinación hilo/fundente de aplicación universal en la construcción naval, las construcciones de acero y la fabricación de calderas y depósitos. Para soldaduras de unión de aceros de construcción estándar y de grano fino. El fundente tiene una reacción neutral al Mn en términos metalúrgicos. El metal de soldadura depositado presenta buenas propiedades de resiliencia a temperaturas de hasta los -60 °C. Otras ventajas de esta combinación de hilo/fundente son un cordón limpio y buenas características de humectación, así como una fácil desprendibilidad de la escoria y un bajo contenido de hidrógeno del metal de soldadura depositado (≤ 5 ml/100 g). Es especialmente adecuado para soldaduras de varias pasadas en componentes paredes gruesas.	Aceros hasta un límite elástico de 400 N/mm ² (60 ksi) S235JR - S335JR, S235J2G3 - S335J2G3, P235T1 - P335T1, P235T2 - P335T2, P235GH, P265GH, S255N, P295GH, P310GH, S235JRS1 - S235J4S, S255N - S380N ASTM A36 todos Gr.; A 106 Gr. A, B A214; A 242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C; A299 Gr. A, B; A328; A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A556 Gr. B2A; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A572 Gr. 42, 50; A606 todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5L X42-X60
Hilo: EMS 2 S2 EM12K Fundente: BB 25 SA FB 1 68 DC H5	SAW	C 0,07 Si 0,4 Mn 1,45	YS 450 N/mm ² TS 530 N/mm ² EL 28% CVN 180 J 90 J...-40 °C	2,0 2,5 3,0 3,2 4,0	TÜV-A Hilo: TÜV-D, TUV-A, DB, ÖBB, KTA 1408.1, SEPROZ, CE	La combinación hilo/fundente es de aplicación universal en la construcción naval, las construcciones de acero y la fabricación de calderas y depósitos. Es adecuado para soldaduras de unión de aceros de construcción estándar y de grano fino. Combinado con el fundente BÖHLER BB 25 se obtiene un metal de soldadura depositado aleado con Si y Mn. El metal de soldadura depositado presenta buenas propiedades de resiliencia a bajas temperaturas hasta los -40 °C.	Aceros hasta un límite elástico de 420 N/mm ² (60 ksi) S235J2G3-S355J2G3, GE200, GE240, GE260, S235JRS1-S235J4S, AH, DH, EH, S255NS380N, P235GH, P265GH, S255N, P295GH, S235G2T, S255GT, S355GT, L210-L360NB, P235GITH, P255GITH ASTM A36 todos Gr.; A 106 Gr. A, B A214; A 242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C; A299 Gr. A, B; A328; A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A556 Gr. B2A; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A572 Gr. 42, 50; A606 todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5L X42 - X56

Aceros sin alear

BÖHLER Norma EN AWS	Proceso de soldeo	Análisis típico %	Propiedades mecánicas típicas	Ø mm	Homolo- gaciones	Características y aplicaciones	Metales base
Hilo: EMS 2 S 2 EM12K Fundente: BB 33 M SA AR 1 97 AC SKM	SAW	C 0,08 Si 0,7 Mn 1,3	YS 540 N/mm ² TS 620 N/mm ² EL 29% CVN 70 J 40 J,...-20 °C	2,0 2,5 3,0 3,2 4,0	TÜV-D, TÜV-A Hilo: TÜV-D, TÜV-A, KTA 1408.1, DB, ÖBB, SEPROZ, CE	La combinación hilo/fundente es de aplicación universal en la construcción naval, las construcciones de acero y la fabricación de calderas y depósitos. En combinación con el fundente BÖHLER BB 33 M, es adecuado para soldaduras de unión de aceros de construcción estándar y aceros de grano fino con altas velocidades de soldeo (> 1,5 m/min). El metal de soldadura depositado presenta buenas propiedades de resiliencia hasta los -20 °C.	Aceros hasta un límite elástico de 460 N/mm ² (67 ksi) S235J0G3-S355J0G3, GE200, GE240, GE260, S235JRS1-S235J0S, AH, DH, EH, S255NS380N, P235GH, P265GH, S255N, P295GH, S235GT, S255GT, S355GT, L210-L360NB, P235G0TH, P255G0TH ASTM A36 todos Gr.; A 106 Gr. A, B A214; A 242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C; A299 Gr. A, B; A328; A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A556 Gr. B2A; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A572 Gr. 42, 50; A606 todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5L X42-X60
Hilo: EMS 2 S2 EM12K Fundente: BF 16 SF MS 1 78 AC M	SAW	C 0,04 Si 0,5 Mn 1,3	YS 400 N/mm ² TS 500 N/mm ² EL 29% CVN 90 J 40 J,...-20 °C	2,0 2,5 3,0 3,2 4,0	TÜV-A Hilo: TÜV-D, TÜV-A, DB, ÖBB, KTA 1408.1, SEPROZ, CE	Esta combinación de hilo/fundente garantiza una soldabilidad universal en la construcción de edificios con aceros sin alear y componentes de pared delgada. BÖHLER BF 16 es una fusión de fundente aleado con Si y Mn con una alta conductividad tanto para CC como para CA.	Aceros hasta un límite elástico de 380 N/mm ² (50 ksi) S235JR-S335JR, S235J0G3-S335J0G3, P235T1-P335T1, P235T2-P355T2, P235GH, P265GH, S255N, P295GH, P310GH, S235JRS1-S235J0S, S255N-S380N ASTM A36 todos Gr.; A 106 Gr. A, B A214; A 242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C; A299 Gr. A, B; A328; A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A556 Gr. B2A; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A572 Gr. 42, 50; A606 todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5L X42-X60

Aceros sin alear

BÖHLER Norma EN AWS	Proceso de soldo	Análisis típico %	Propiedades mecánicas típicas	Ø mm	Homolo- gaciones	Características y aplicaciones	Metales base
Hilo: EMS 3 S3 EH10K Fundente: BB 24 SA FB 1 65 DC H5	SAW	C 0,08 Si 0,25 Mn 1,5	YS ≥ 420 N/mm ² TS ≥ 510 N/mm ² EL ≥ 24% CVN ≥ 130 J ≥ 47 J...-40 °C	4,0	TÜV-D Hilo: TUV-D, TUV-A, DB, ÖBB, KTA 1408.1, SEPROZ, CE	La combinación hilo/fundente es de aplicación universal en la construcción naval, las construcciones de acero y la fabricación de calderas y depósitos. Es adecuado para soldaduras de unión de aceros de construcción estándar y de grano fino. El fundente tiene una reacción neutral al Mn en términos metalúrgicos. Buenas propiedades de resiliencia hasta -40 °C. Otras ventajas de esta combinación de hilo/fundente son un cordón limpio y buenas características de humectación, así como una fácil desprendibilidad de la escoria y un bajo contenido de hidrógeno del metal de soldadura depositado (S 5 ml/100 g). Es especialmente adecuado para soldaduras de varias pasadas en componentes de paredes gruesas.	Aceros hasta un límite elástico de 420 N/mm ² (60 ksi) S235J2G3 - S355J2G3, GE200, GE240, GE260, S235JR1 - S235J4S, AH, DH, EH, S255N - S380N, P235GH, P265GH, S255N, P295GH, S235G2T, S255GT, S355GT, L210 - L360NB, P235GITH, P255GITH ASTM A36 todos Gr.; A 106 Gr. A, B A214; A 242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C, A299 Gr. A, B, A328, A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A556 Gr. B2A; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A572 Gr. 42, 50; A606 todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5L X42 - X56
Hilo: EMS 3 S3 EH10K Fundente: BB 25 SA FB 1 68 DC H5	SAW	C 0,06 Si 0,35 Mn 1,7	YS 520 N/mm ² TS 600 N/mm ² EL 23% CVN 140 J ≥ 47 J...-30 °C	4,0	Hilo: TUV-D, TUV-A, DB, ÖBB, KTA 1408.1, SEPROZ, CE	La combinación hilo/fundente es de aplicación universal en la construcción naval, las construcciones de acero y la fabricación de calderas y depósitos. Es adecuado para soldaduras de unión de aceros de construcción estándar y de grano fino. Combinado con el fundente BÖHLER BB 25 se obtiene un metal de soldadura depositado aleado con Si y Mn. El metal de soldadura depositado presenta buenas propiedades de resiliencia hasta los -30 °C.	Aceros hasta un límite elástico de 500 N/mm ² (72 ksi) S235J0G3 - S355J0G3, GE200, GE240, GE260, S235JR1 - S235J0S, AH, DH, EH, S255N - S380N, P235GH1, P265GH1, S255N, P295GH, S235G2T, S255GT, S355GT, L210 - L360NB, P235G0TH, P255G0TH ASTM A36 todos Gr.; A 106 Gr. A, B A214; A 242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C, A299 Gr. A, B, A328, A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A556 Gr. B2A; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A572 Gr. 42, 50; A606 todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5L X42-X60
Hilo: EMS 3 S 3 EH 10K Fundente: BB 33 M SA AR 1 97 AC SKM	SAW	C 0,08 Si 0,75 Mn 1,7	YS 550 N/mm ² TS 650 N/mm ² EL 20% CVN 60 J	4,0	Hilo: TUV-D, TUV-A, KTA 1408.1, DB, ÖBB, SEPROZ, CE	La combinación hilo/fundente es de aplicación universal en la construcción naval, las construcciones de acero y la fabricación de calderas y depósitos. En combinación con el fundente BÖHLER BB 33 M, es adecuado para soldaduras de unión de aceros de construcción estándar y aceros de grano fino con altas velocidades de soldo (> 1,5 m/min).	Aceros hasta un límite elástico de 500 N/mm ² (72 ksi) S235J0G3 - S355J0G3, GE200, GE240, GE260, S235JR1 - S235J0S, AH, DH, EH, S255N - S380N, P235GH1, P265GH1, S255N, P295GH, S235G2T, S255GT, S355GT, L210 - L360NB, P235G0TH, P255G0TH ASTM A36 todos Gr.; A 106 Gr. A, B A214; A 242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C, A299 Gr. A, B, A328, A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A556 Gr. B2A; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45; A572 Gr. 42, 50; A606 todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5L X42-X60

Aceros sin alear

BÖHLER Norma EN AWS	Proceso de soldeo	Análisis típico %	Propiedades mecánicas típicas	Ø mm	Homolo- gaciones	Características y aplicaciones	Metales base
Hilo: EMS 3 S3 EH10K Fundente: BF 16 SF MS 178 AC M	SAW	C 0,04 Si 0,45 Mn 1,7	YS 410 N/mm ² TS 520 N/mm ² EL 25% CVN 70 J 40 J...-30 °C	4,0	Hilo: TÜV-D, TUV-A, DB, ÖBB, KTA 1408.1, SEPROZ, CE	Esta combinación de hilo/fundente garantiza una soldabilidad universal en la construcción de edificios con aceros sin alear y componentes de pared delgada. BÖHLER BF 16 es una fusión de fundente aleado con Si y Mn con una alta conductividad tanto para CC como para CA. El metal de soldadura depositado presenta buenas propiedades de resiliencia hasta los -30 °C.	Aceros hasta un límite elástico de 380 N/mm ² (50 ksi) S235JR - S355JR, S235J0G3 - S355J0G3, P235T1-P355T1, P235T2- P355T2, P235GH, P265GH, S255N, P295GH, P310GH, S235JRS1 - S235J0S, S355N - S420N ASTM A36 todos Gr.; A 106 Gr. A, B A214; A 242 Gr. 1-5; A266 Gr. 1, 2, 4; A283 Gr. A, B, C, D; A285 Gr. A, B, C; A299 Gr. A, B; A328; A366; A515 Gr. 60, 65, 70; A516 Gr. 55; A556 Gr. B2A; A570 Gr. 30, 33, 36, 40, 45, A572 Gr. 42, 50; A606 todos Gr.; A607 Gr. 45; A656 Gr. 50, 60; A668 Gr. A, B; A907 Gr. 30, 33, 36, 40; A841; A851 Gr. 1, 2; A935 Gr. 45; A936 Gr. 50; API 5L X42 - X52
DMO O IV R60-G	OAW	C 0,12 Si 0,15 Mn 1,0 Mo 0,5	YS 330 N/mm ² TS 470 N/mm ² EL 24% CVN 60 J	2,0 2,5 3,2 4,0	TÜV-D, DB, ÖBB, SEPROZ, CE	Hilo de aleación Mo para soldar con gas para aceros sin alear o de aleación 0,5% Mo, preferentemente para soldaduras de tuberías sometidas a ensayos exigentes. Baño de fusión viscoso. Aprobado para uso prolongado a temperaturas de trabajo de hasta +500 °C.	Aceros de altas temperaturas, de la misma aleación que 16Mo3, P285NH, P295NH, P255G1TH, P295GH ASTM A335 Gr. P1, A36 todos Gr.; A283 Gr. B, C, D; A285 Gr. B; A414 Gr. C; A442 Gr. 60; A515 Gr. 60; A516 Gr. 55, 60; A570 Gr. 33, 36, 40

Reglas orientativas de soldeo

Reglas orientativas de soldeo de materiales de construcción sin alear

El aumento de la resistencia de aceros sin alear se logra principalmente elevando el contenido de carbono. Hasta un 0,2% de contenido de carbono se obtiene una buena soldabilidad. Se puede estimar aproximadamente la soldabilidad usando el equivalente de carbono.

$$K = C + \frac{Mn}{6}$$

(fórmula simplificada, sólo para aceros sin alear)

Se pueden determinar los requisitos de precalentamiento usando el valor de K tomado de la composición química del acero.

Valor de K	Precalentamiento recomendado °C
Hasta 0,45	< 100
0,45 ... 0,60	100 ... 250
Mayor que 0,60	250 ... 350 (o más alto, si es necesario)

Para el endurecimiento, las siguientes variables de notable influencia, no se tienen en cuenta:

- Proceso de fabricación del acero
- Tamaño del grano
- Dimensiones de la pieza de trabajo (sección)
- Temperatura de la pieza de trabajo
- Forma y grosor del cordón de soldadura
- Proceso de soldeo
- Diámetro del electrodo
- Tipo de revestimiento

Soldadura de arco con gas de protección de aceros sin alear

El soldeo GMAW con hilos macizos es, hoy en día, el método más importante al trabajar con aceros sin alear. El gas inerte en aplicaciones convencionales, el dióxido de carbono puro (CO₂), se ha impuesto como la mejor solución en lo referente a la soldabilidad, propiedades mecánicas y rentabilidad.

Para exigencias más altas en lo referente a la resiliencia del metal de soldadura depositado, se recomienda usar mezclas de gas (por ejemplo, 82% de argón + 18% CO₂).

El soldeo GTAW (TIG) se usa principalmente para pasadas de raíz y paredes delgadas.

El soldeo GMAW con hilo metálico tubular o con hilos tubulares se usa cada vez más para el soldeo en posición debido a su alto rendimiento.

Soldadura de arco sumergido de aceros sin alear

Para soldaduras de arco sumergido de materiales sin alear se aplican criterios similares para la selección del fundente que con los electrodos revestidos. Los fundentes ácidos tienen un rendimiento similar a los de rutilo en lo referente a las características de soldeo y a las propiedades mecánicas del metal de soldadura depositado. Los fundentes básicos tienen las mismas ventajas y desventajas que los electrodos básicos revestidos.

Tecnología de soldadura para aceros sin alear

- Los consumibles para soldadura se seleccionan en base a los requisitos mínimos de propiedades mecánicas del metal base.
- Para aceros con "soldabilidad garantizada" y grosores de la pared de 20-30 mm (dependiendo del metal base), hay que precalentar a 150 °C y usar consumibles básicos para soldadura.
- Para aceros con "soldabilidad limitada", precaliente según el valor de K (equivalente C). Use sólo consumibles básicos y vueltos a secar.
- Para aceros no desoxidados, evite la fusión de las zonas de segregación y use preferentemente consumibles básicos para soldadura.

Uniones disimilares

Sin alear – sin alear (por ejemplo, S235 con S355)

El consumible para soldadura debe ser adecuado a la resistencia del metal base más dulce. Al determinar el revestimiento, el relleno o el tipo de fundente requerido, debe tener en cuenta el grosor de la pared y la rigidez del componente.

Sin alear – alta resistencia (por ejemplo, S275 con S690)

El consumible para soldadura suele ser el adecuado al metal base más dulce. En el caso de diferencias de resiliencia importantes del material asociado, debe considerar el uso de un consumible para soldadura con un valor de resistencia intermedio.

Sin alear – aceros templados y revenidos

(por ejemplo, S275 con 25CrMo4)

Los aceros templados y revenidos presentan una soldabilidad limitada. Los tipos con contenidos de carbón más altos no deben usarse para construcciones soldadas. Requieren un control especial del calentamiento durante el soldeo y de un tratamiento térmico posterior. Dependiendo de la combinación de materiales, debe considerar el uso de consumibles para soldadura sin alear o de baja aleación para adecuarse al incremento de resistencia del metal de soldadura depositado debido a la carbonización del metal base. Se debe mantener al mínimo la dilución. También se usan a veces consumibles para soldadura de base níquel. En casos excepcionales, si no es posible un tratamiento térmico posterior, puede ser mejor usar consumibles para soldadura austeníticos CrNi.

Instrucciones de proceso para electrodos revestidos

Electrodo revestido para materiales de construcción sin alear

Electrodos revestidos de rutilo

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> ■ Muy buenas características de inicio de soldadura y al retomarla ■ Fácil de manipular con arco estable ■ Excelentes características de soldeo con corriente continua y alterna ■ Adecuado para soldadura en posición ■ Fácil desprendibilidad de la escoria ■ Baja formación de salpicaduras ■ Buena unión entre separación de raíz (pasadas de raíz) ■ Revestimiento elástico ■ Altamente resistente a la porosidad 	<ul style="list-style-type: none"> ■ No recomendado para componentes de pared gruesa (> 25-30 mm) ■ Bajos valores de resistencia a bajas temperaturas ■ Resiliencia para tipos sin alear y de baja aleación sólo hasta ± 10 °C (-10 °C) ■ Alto contenido de hidrógeno (~ 25 ml/100 g) ■ No recomendado para aceros al carbono con C > 0,2% ■ No recomendado para aceros de construcción de grano fino

Electrodos básicos revestidos

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> ■ Alta resistencia a bajas temperaturas, por ejemplo: FOX EV 50 -50 °C FOX EV 60 -60 °C FOX 2.5 Ni -80 °C ■ Alta pureza del metal de soldadura depositado (O₂, N₂, S, P) ■ Generalmente muy duro y muy resistente a la fisuración ■ Bajo contenido de hidrógeno (< 5 ml/100 g) ■ Adecuado para construcciones de paredes gruesas ■ Adecuado para aceros con alto contenido de carbono (C > 0,2%) o para aceros templados y revenidos con la tecnología de soldadura correcta (tipos sin alear y de baja aleación) ■ Adecuado para aceros de construcción de grano fino 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Es más difícil de soldar (requiere soldadores con formación) ■ Tipo muy básico, sólo con corriente continua, polaridad positiva ■ Superficie del cordón basta ■ Baja desprendibilidad de la escoria ■ Soldeos verticales descendentes sólo posibles con tipos especiales (por ejemplo, FOX BVD 85) ■ Revestimiento más quebradizo (secado a alta temperatura) ■ Sensible a la porosidad debido a la alta tendencia a absorber la humedad

Electrodos celulósicos

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> ■ Adecuado para pasadas de raíz ■ Soldaduras verticales descendentes ■ Arco estable ■ Cordones sin poros ■ Compatible con corrientes y velocidades de soldeo altas 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Alto contenido de hidrógeno ■ Requiere precalentamiento

Publicado por: BÖHLER WELDING

Böhler Schweißtechnik Austria GmbH
Böhler-Welding-St. 1
8605 Kapfenberg / AUSTRIA
☎ +43 (0) 3862-301-0
☎ +43 (0) 3862-301-95193
✉ postmaster.bsga@bsga.at
www.boehler-welding.com

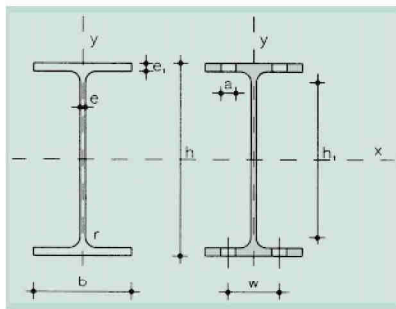
Su socio:

www.boehler-welding.com

BSGA 12/2008 Foto de portada: © BSGA/Gian Franco Carraro

7. PRONTUARIO IPE

Tabla 2.A1.2. Perfiles IPE

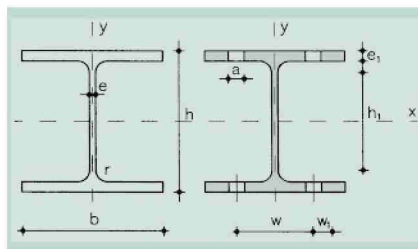


- A = Área de la sección
- S_x = Momento estático de media sección, respecto a X
- I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X
- $W_x = 2I_x : h$. Módulo resistente de la sección, respecto a X
- $i_x = \sqrt{I_x : A}$. Radio de giro de la sección, respecto a X
- I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y
- $W_y = 2I_y : b$. Módulo resistente de la sección, respecto a Y
- $i_y = \sqrt{I_y : A}$. Radio de giro de la sección, respecto a Y
- I_t = Módulo de torsión de la sección
- I_a = Módulo de alabeo de la sección
- u = Perímetro de la sección
- a = Diámetro del agujero del roblón normal
- w = Gramil, distancia entre ejes de agujeros
- h_1 = Altura de la parte plana del alma
- p = Peso por m

Perfil	Dimensiones							Términos de sección								Agujeros			Peso			
	h mm	b mm	e mm	e ₁ mm	r ₁ mm	h ₁ mm	u mm	A cm ²	S _x cm ³	I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	I _t cm ⁴	I _a cm ⁶	w mm	a mm	e ₂ mm	p kp/m	
IPE 80	80	46	3,8	5,2	5	60	328	7,64	11,6	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05	0,721	118	—	—	3,8	6,00	C
IPE 100	100	55	4,1	5,7	7	75	400	10,30	19,7	171,0	34,2	4,07	15,90	5,79	1,24	1,140	351	—	—	4,1	8,10	C
IPE 120	120	64	4,4	6,3	7	93	475	13,20	30,4	318,0	53,0	4,90	27,70	8,65	1,45	1,770	890	35	—	4,4	10,40	C
IPE 140	140	73	4,7	6,9	7	112	551	16,40	44,2	541,0	77,3	5,74	44,90	12,30	1,65	2,630	1.981	40	11	4,7	12,90	C
IPE 160	160	82	5,0	7,4	9	127	623	20,10	61,9	869,0	109,0	6,58	68,30	16,70	1,84	3,640	3.959	44	13	5,0	15,80	P
IPE 180	180	91	5,3	8,0	9	146	698	23,90	83,2	1.320,0	146,0	7,42	101,00	22,20	2,05	5,060	7.431	48	13	5,3	18,80	P
IPE 200	200	100	5,6	8,5	12	159	788	28,50	110,0	1.940,0	194,0	8,26	142,00	28,50	2,24	6,670	12.990	52	13	5,6	22,40	P
IPE 220	220	110	5,9	9,2	12	178	848	33,40	143	2.770	252	9,11	205	37,3	2,48	9,15	22.670	58	17	5,9	26,20	P
IPE 240	240	120	6,2	9,8	15	190	922	39,10	183	3.890	324	9,97	284	47,3	2,69	12,00	37.390	65	17	6,2	30,70	P
IPE 270	270	135	6,6	10,2	15	220	1.040	45,90	242	5.790	429	11,20	420	62,2	3,02	15,40	70.580	72	21	6,6	36,10	P
IPE 300	300	150	7,1	10,7	15	249	1.160	53,80	314	8.360	557	12,50	604	80,5	3,35	20,10	125.900	80	23	7,1	42,20	P
IPE 330	330	160	7,5	11,5	18	271	1.250	62,60	402	11.770	713	13,70	788	98,5	3,55	26,50	199.100	85	25	7,5	49,10	P
IPE 360	360	170	8,0	12,7	18	299	1.350	72,70	510	16.270	904	15,00	1.040	123,0	3,79	37,30	313.600	90	25	8,0	57,10	P
IPE 400	400	180	8,6	13,5	21	331	1.470	84,50	654	23.130	1.160	16,50	1.320	146,0	3,95	48,30	490.000	95	28	8,6	66,30	P
IPE 450	450	190	9,4	14,6	21	379	1.610	98,80	851	33.740	1.500	18,50	1.680	176,0	4,12	65,90	791.000	100	28	9,4	77,60	P
IPE 500	500	200	10,2	16,0	21	426	1.740	116,00	1.100	48.200	1.930	20,40	2.140	214,0	4,31	91,80	1.249.000	110	28	10,2	90,70	P
IPE 550	550	210	11,1	17,2	24	468	1.880	134,00	1.390	67.120	2.440	22,30	2.670	254,0	4,45	122,00	1.884.000	115	28	11,1	106,00	C
IPE 600	600	220	12,0	19,0	24	514	2.010	155,00	1.760	92.080	3.070	24,30	3.390	308,0	4,66	172,00	2.846.000	120	28	12,0	122,0	C

8. PRONTUARIO HEB

Tabla 2.A1.3. Perfiles HEB, HEA y HEM

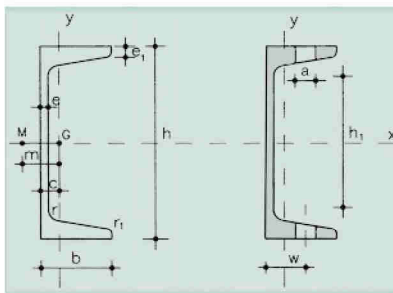


A = Área de la sección
 S_x = Momento estático de media sección, respecto a X
 I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X
 $W_x = 2I_x : h$. Módulo resistente de la sección, respecto a X
 $i_x = \sqrt{I_x : A}$. Radio de giro de la sección, respecto a X
 I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y
 $W_y = 2I_y : b$. Módulo resistente de la sección, respecto a Y
 $i_y = \sqrt{I_y : A}$. Radio de giro de la sección, respecto a Y
 I_t = Módulo de torsión de la sección
 I_a = Módulo de alabeo de la sección
 u = Perímetro de la sección
 a = Diámetro del agujero del roblón normal
 w = Gramil, distancia entre ejes de agujeros
 h_1 = Altura de la parte plana del alma
 p = Peso por m

Perfil	Dimensiones							Términos de sección										Agujeros			Peso	
	h mm	b mm	e mm	e ₁ mm	r ₁ mm	h ₁ mm	u mm	A cm ²	S _x cm ³	I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	I _t cm ⁴	I _a cm ²	w mm	w ₁ mm	a mm		p kg/m
HEB 100	100	100	6,0	10,0	12	56	567	26,0	52,1	450	90	4,16	167	33	2,53	9,34	3.375	55	—	13	20,4	P
HEB 120	120	120	6,5	11,0	12	74	686	34,0	82,6	864	144	5,04	318	53	3,06	14,90	9.410	65	—	17	26,7	P
HEB 140	140	140	7,0	12,0	12	92	805	43,0	123,0	1.509	216	5,93	550	79	3,58	22,50	22.480	75	—	21	33,7	P
HEB 160	160	160	8,0	13,0	15	104	918	54,3	177,0	2.492	311	6,78	889	111	4,05	33,20	47.940	85	—	23	42,6	P
HEB 180	180	180	8,5	14,0	15	122	1.040	65,3	241,0	3.831	426	7,66	1.363	151	4,57	46,50	93.750	100	—	25	51,2	P
HEB 200	200	200	9,0	15,0	18	134	1.150	78,1	321,0	5.696	570	8,54	2.003	200	5,07	63,40	171.100	110	—	25	61,3	P
HEB 220	220	220	9,5	16,0	18	152	1.270	91,0	414,0	8.091	736	9,43	2.843	258	5,59	84,40	295.400	120	—	25	71,5	P
HEB 240	240	240	10,0	17,0	21	164	1.380	106,0	527,0	11.259	938	10,30	3.923	327	6,08	110,00	486.900	90	35	25	83,2	P
HEB 260	260	260	10,0	17,5	24	177	1.500	118,4	641,0	14.919	1.150	11,20	5.135	395	6,58	130,00	753.700	100	40	25	93,0	P
HEB 280	280	280	10,5	18,0	24	196	1.620	131,4	767,0	19.270	1.380	12,10	6.595	471	7,09	153,00	1.130.000	110	45	25	103,0	P
HEB 300	300	300	11,0	19,0	27	208	1.730	149,1	934,0	25.166	1.680	13,00	8.563	571	7,58	192,00	1.688.000	120	50	25	117,0	P
HEB 320	320	300	11,5	20,5	27	225	1.770	161,3	1.070,0	30.823	1.930	13,80	9.239	616	7,57	241,00	2.069.000	120	50	25	127,0	P
HEB 340	340	300	12,0	21,5	27	243	1.810	170,9	1.200,0	36.656	2.160	14,60	9.690	646	7,53	278,00	2.454.000	120	50	25	134,0	P
HEB 360	300	300	12,5	22,5	27	261	1.850	180,6	1.340,0	43.193	2.400	15,50	10.140	676	7,49	320,00	2.883.000	120	50	25	142,0	P
HEB 400	400	300	13,5	24,0	27	298	1.930	197,8	1.620,0	57.680	2.880	17,10	10.819	721	7,40	394,00	3.817.000	120	50	25	155,0	P
HEB 450	450	300	14,0	26,0	27	344	2.030	218,0	1.990,0	79.887	3.550	19,10	11.721	781	7,33	500,00	5.258.000	120	50	25	171,0	P
HEB 500	500	300	14,5	28,0	27	390	2.120	238,6	2.410,0	107.176	4.290	21,20	12.624	842	7,27	625,00	7.018.000	120	45	28	187,0	C
HEB 550	550	300	15,0	29,0	27	438	2.220	254,1	2.800,0	136.691	4.970	23,20	13.077	872	7,17	701,00	8.856.000	120	45	28	199,0	C
HEB 600	600	300	15,5	30,0	27	486	2.320	270,0	3.210,0	171.041	5.700	25,20	13.530	902	7,08	783,00	10.965.000	120	45	28	212,0	C

9. PRONTUARIO UPN

Tabla 2.A1.4. Perfiles UPN



A = Área de la sección
 S_x = Momento estático de media sección, respecto a X
 I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X
 $W_x = 2I_x : h$. Módulo resistente de la sección, respecto a X
 $i_x = \sqrt{I_x : A}$. Radio de giro de la sección, respecto a X
 I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y
 $W_y = I_y : (b - c)$. Mínimo módulo resistente de la sección, respecto a Y
 $i_y = \sqrt{I_y : A}$. Radio de giro de la sección, respecto a Y
 I_t = Módulo de torsión de la sección
 c = Posición del eje Y
 m = Distancia al centro de esfuerzos cortantes
 a = Diámetro del agujero del roblón normal
 w = Gramil, distancia entre ejes de agujeros
 h_1 = Altura de la parte plana del alma
 p = Peso por m
 u = Perímetro

Perfil	Dimensiones							Términos de sección										Agujeros		Peso		
	h mm	b mm	e mm	$e_1=r$ mm	r_1 mm	h_1 mm	u mm	A cm ²	S_x cm ³	I_x cm ⁴	W_x cm ³	i_x cm	I_y cm ⁴	W_y cm ³	i_y cm	I_t cm ⁴	c cm	m cm	w mm	a mm	p kp/m	
UPN 80	80	45	6,0	8,0	4,0	46	312	11,0	15,9	106	26,5	3,10	19,4	6,36	1,33	2,24	1,45	2,67	25	13	8,64	C
UPN 100	100	50	6,0	8,5	4,5	64	372	13,5	24,5	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	2,96	1,55	2,93	30	13	10,60	P
UPN 120	120	55	7,0	9,0	4,5	82	434	17,0	36,3	364	60,7	4,62	43,2	11,10	1,59	4,30	1,60	3,03	30	17	13,40	P
UPN 140	140	60	7,0	10,0	5,0	98	489	20,4	51,4	605	86,4	5,45	62,7	14,80	1,75	6,02	1,75	3,37	35	17	16,00	P
UPN 160	160	65	7,5	10,5	5,5	115	546	24,0	68,8	925	116,0	6,21	85,3	18,30	1,89	7,81	1,84	3,56	35	21	18,80	P
UPN 180	180	70	8,0	11,0	5,5	133	611	28,0	89,6	1350	150,0	6,95	114,0	22,40	2,02	9,98	1,92	3,75	40	21	22,00	P
UPN 200	200	75	8,5	11,5	6,0	151	661	32,2	114,0	1910	191,0	7,70	148,0	27,00	2,14	12,60	2,01	3,94	40	23	25,30	P
UPN 220	220	80	9,0	12,5	6,5	167	718	37,4	146,0	2690	245,0	8,48	197,0	33,60	2,30	17,00	2,14	4,20	45	23	29,40	P
UPN 240	240	85	9,5	13,0	6,5	184	775	42,3	179,0	3600	300,0	9,22	248,0	39,60	2,42	20,80	2,23	4,39	45	25	33,20	P
UPN 260	260	90	10,0	14,0	7,0	200	834	48,3	221,0	4820	371,0	9,99	317,0	47,70	2,56	23,70	2,36	4,66	50	25	37,90	P
UPN 280	280	95	10,0	15,0	7,5	216	890	53,3	266,0	6280	448,0	10,90	399,0	57,20	2,74	33,20	2,53	5,02	50	25	41,80	P
UPN 300	300	100	10,0	16,0	8,0	232	950	58,8	316,0	8030	535,0	11,70	495,0	67,80	2,90	40,60	2,70	5,41	55	25	46,20	P

10. PRONTUARIO PERFILES ISO CUADRADOS

Tabla 2.A2.2. Perfiles huecos cuadrados



r = Radio exterior de redondeo
 u = Perímetro
 A = Área de la sección
 S = Momento estático de media sección, respecto al eje X o Y
 I = Momento de inercia de la sección, respecto al eje X o Y
 $W = 2I : d$: Módulo resistente de la sección, respecto al eje X o Y
 $i = \sqrt{I : A}$: Radio de giro de la sección, respecto al eje X o Y
 I_t = Módulo de torsión de la sección

Perfil	Dimensiones				Términos de sección						Peso	
	a mm	e mm	r mm	u mm	A cm ²	S cm ³	I cm ⁴	W cm ³	i cm	I _t cm ⁴	p kp/m	
# 40.2	40	2	5	151	2,90	2,04	6,60	3,40	1,53	11,3	2,28	P
# 40.3	40	3	8	147	4,13	2,80	9,01	4,51	1,48	15,6	3,24	P
# 40.4	40	4	10	143	5,21	3,40	10,50	5,26	1,42	18,9	4,09	P
# 45.2	45	2	5	171	3,30	2,63	9,94	4,42	1,74	16,3	2,59	C
# 45.3	45	3	8	167	4,73	3,65	13,40	5,95	1,68	22,9	3,71	C
# 45.4	45	4	10	163	6,01	4,49	15,90	7,07	1,63	28,2	4,72	C
# 50.2	50	2	5	191	3,70	3,30	13,90	5,57	1,94	22,7	2,91	P
# 50.3	50	3	8	187	5,33	4,62	19,00	7,59	1,89	32,0	4,18	P
# 50.4	50	4	10	183	5,81	5,73	22,90	9,15	1,83	39,9	5,35	P
# 55.2	55	2	5	211	4,10	4,04	18,90	6,86	2,14	30,5	3,22	C
# 55.3	55	3	8	207	5,93	5,70	25,90	9,43	2,09	43,4	4,66	C
# 55.4	55	4	10	203	7,61	7,12	31,60	11,50	2,04	54,5	5,97	C
# 60.2	60	2	5	231	4,50	4,86	24,80	8,28	2,35	39,9	3,53	P
# 60.3	60	3	8	227	6,53	6,89	34,40	11,50	2,30	57,1	5,13	P
# 60.4	60	4	10	223	8,41	8,66	42,30	14,10	2,24	72,2	6,60	P
# 60.5	60	5	13	219	10,10	10,20	48,50	16,20	2,19	85,2	7,96	C
# 70.2	70	2	5	271	5,30	6,71	40,30	11,50	2,76	64,1	4,16	P
# 70.3	70	3	8	267	7,73	9,60	56,60	16,20	2,71	92,6	6,07	P
# 70.4	70	4	10	263	10,00	12,20	70,40	20,10	2,65	118,0	7,86	P
# 70.5	70	5	13	259	12,10	14,50	82,00	23,40	2,60	141,0	9,53	P
# 80.3	80	3	8	307	8,93	12,80	86,60	21,70	3,11	140,0	7,01	P
# 80.4	80	4	10	303	11,60	16,30	108,80	27,20	3,06	180,0	9,11	P
# 80.5	80	5	13	299	14,10	19,50	128,00	32,00	3,01	217,0	11,10	P
# 80.6	80	6	15	294	16,50	22,40	144,00	36,00	2,95	250,0	13,00	C
# 90.3	90	3	8	347	10,10	16,40	126,00	37,90	3,52	202,0	7,95	P
# 90.4	90	4	10	343	13,20	21,10	159,00	35,40	3,47	281,0	10,40	P
# 90.5	90	5	13	339	16,10	25,30	189,00	41,90	3,42	316,0	12,70	P
# 90.6	90	6	15	334	18,90	29,20	214,00	47,60	3,36	366,0	14,90	P
# 100.3	100	3	8	387	11,30	20,10	175,00	35,00	3,93	279,0	8,89	P
# 100.4	100	4	10	383	14,80	26,40	223,00	44,60	3,88	363,0	11,60	P
# 100.5	100	5	13	379	18,10	31,90	266,00	53,10	3,83	440,0	14,20	P
# 100.6	100	6	15	374	21,30	37,00	304,00	60,70	3,77	513,0	16,70	P
# 120.4	120	4	10	463	18,00	38,90	397,00	66,20	4,70	638,0	14,10	P
# 120.5	120	5	13	459	22,10	47,20	478,00	79,60	4,64	780,0	17,40	P
# 120.6	120	6	15	454	26,10	55,10	551,00	91,80	4,59	913,0	20,50	C
# 140.5	140	5	13	539	26,10	65,60	780,00	111,00	5,46	260,0	20,50	P
# 140.6	140	6	15	534	30,90	76,80	905,00	129,00	5,41	480,0	24,30	P
# 140.8	140	8	20	526	40,00	97,50	1.130,00	161,00	5,30	890,0	31,40	P
# 160.5	160	5	13	619	30,10	86,90	1.190,00	149,00	6,28	1.901,0	23,70	P
# 160.6	160	6	15	614	35,70	102,00	1.390,00	173,00	6,23	2.240,0	28,00	P
# 160.8	160	8	20	609	46,40	131,00	1.740,00	218,00	6,12	2.890,0	36,50	P
# 170.5	170	5	13	659	32,10	98,70	1.440,00	169,00	6,69	2.290,0	25,20	C
# 170.6	170	6	15	654	38,10	116,00	1.680,00	198,00	6,64	2.710,0	29,90	C
# 170.8	170	8	20	646	49,60	149,00	2.120,00	249,00	6,53	3.410,0	39,00	P

The logo consists of the letters 'ULL' in a stylized, purple, sans-serif font. The 'U' is a single continuous shape, while the 'L's are composed of two vertical bars. A horizontal line is positioned below the letters.

Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANOS

**Diseño y cálculo de un sistema de clasificación
automático mediante sistemas neumáticos**

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica

Autores: Iván Hernández Jacinto y Arístides Hernández Pérez

Tutor: Alejandro Félix Molowny López-Peñalver

Septiembre 2015

ÍNDICE

Plano 1. Plano planta nave

Plano 1.1. Distribución actual de la planta

Plano 1.2. Nueva distribución

Plano 1.3. Plano fuerza nave

Plano 1.4. Esquema unifilar

Plano 2. Ensamblaje total

Plano 2.1. Ensamblaje escaleras

Plano 2.1.1. Estructura inferior

Plano 2.1.1.1. 3D estructura inferior

Plano 2.1.1.2. Uniones estructura inferior escaleras

Plano 2.1.2. Estructura superior

Plano 2.1.2.1. 3D estructura superior

Plano 2.1.2.2. Uniones estructura superior escaleras

Plano 2.1.3. Rejilla metálica primer y segundo descanso

Plano 2.1.4. Rejilla metálica cuarto descanso

Diseño y cálculo de un sistema de clasificación automática mediante sistemas neumáticos

Plano 2.1.5. Rejilla metálica tercer descanso

Plano 2.1.6. Escaleras

Plano 2.1.6.2. Anclaje guía base

Plano 2.1.6.9. Escalón

Plano 2.1.6.13. Guía derecha

Plano 2.1.6.14. Anclaje guía-base inferior

Plano 2.2. Soporte superior

Plano 2.2.1. 3D soporte superior

Plano 2.2.2. Uniones soporte superior

Plano 2.3. Rejilla metálica soporte superior

Plano 2.4. Rejilla metálica soporte inferior

Plano 2.5. Soporte inferior

Plano 2.5.1. 3D soporte inferior

Plano 2.5.2. Uniones soporte inferior

Plano 2.6. Trojes

Plano 2.6.1 Pilar trojes

Plano 2.6.2. Guías cintas transportadoras

Plano 2.6.3. Panel trasero segunda selección

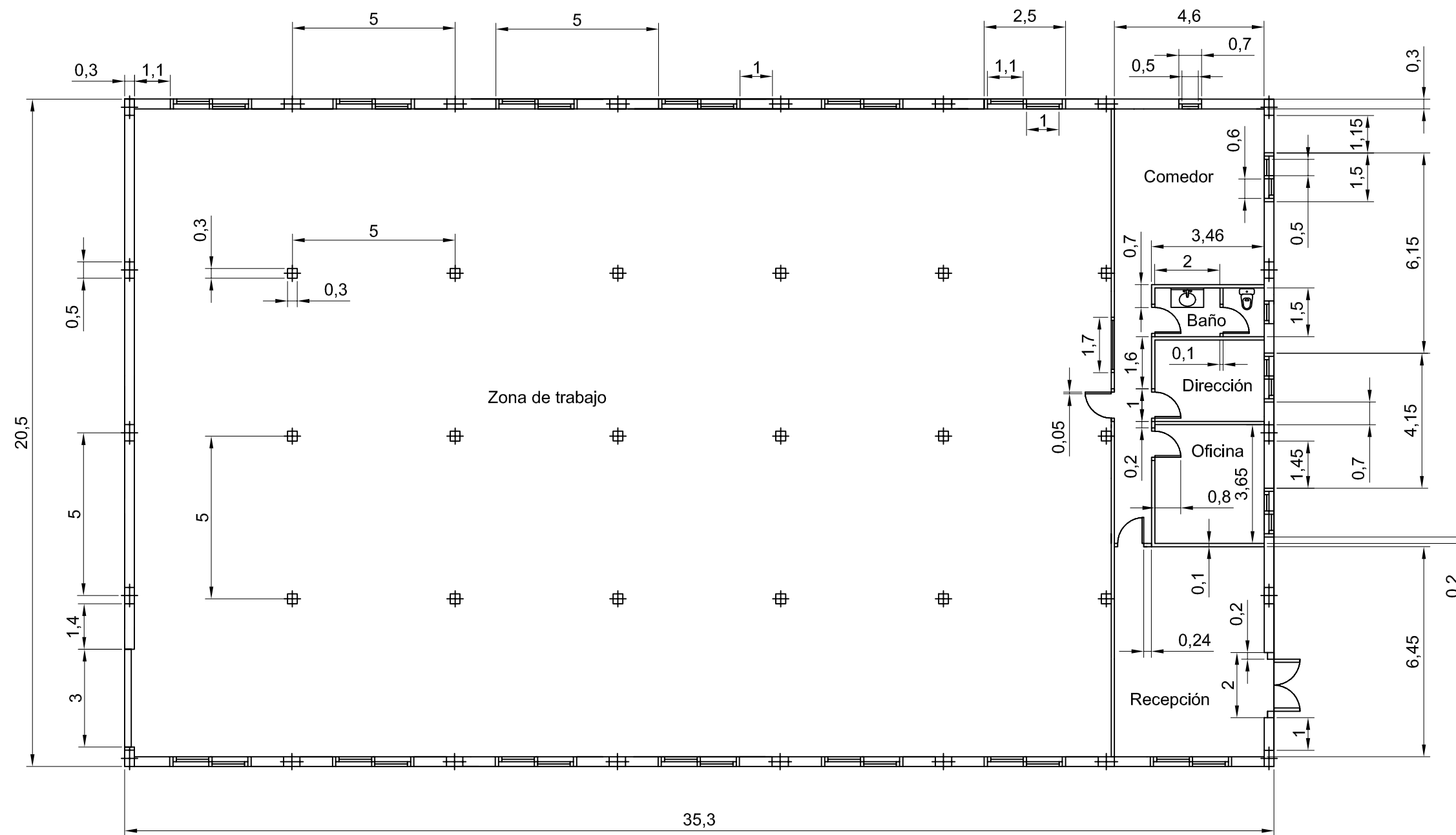
Plano 2.6.4. Panel lateral

Plano 2.6.5. Panel trasero primera selección

Plano 2.7. Escalón soportes

Plano 2.8. Conducto primera selección

Plano 2.9. Conducto segunda selección



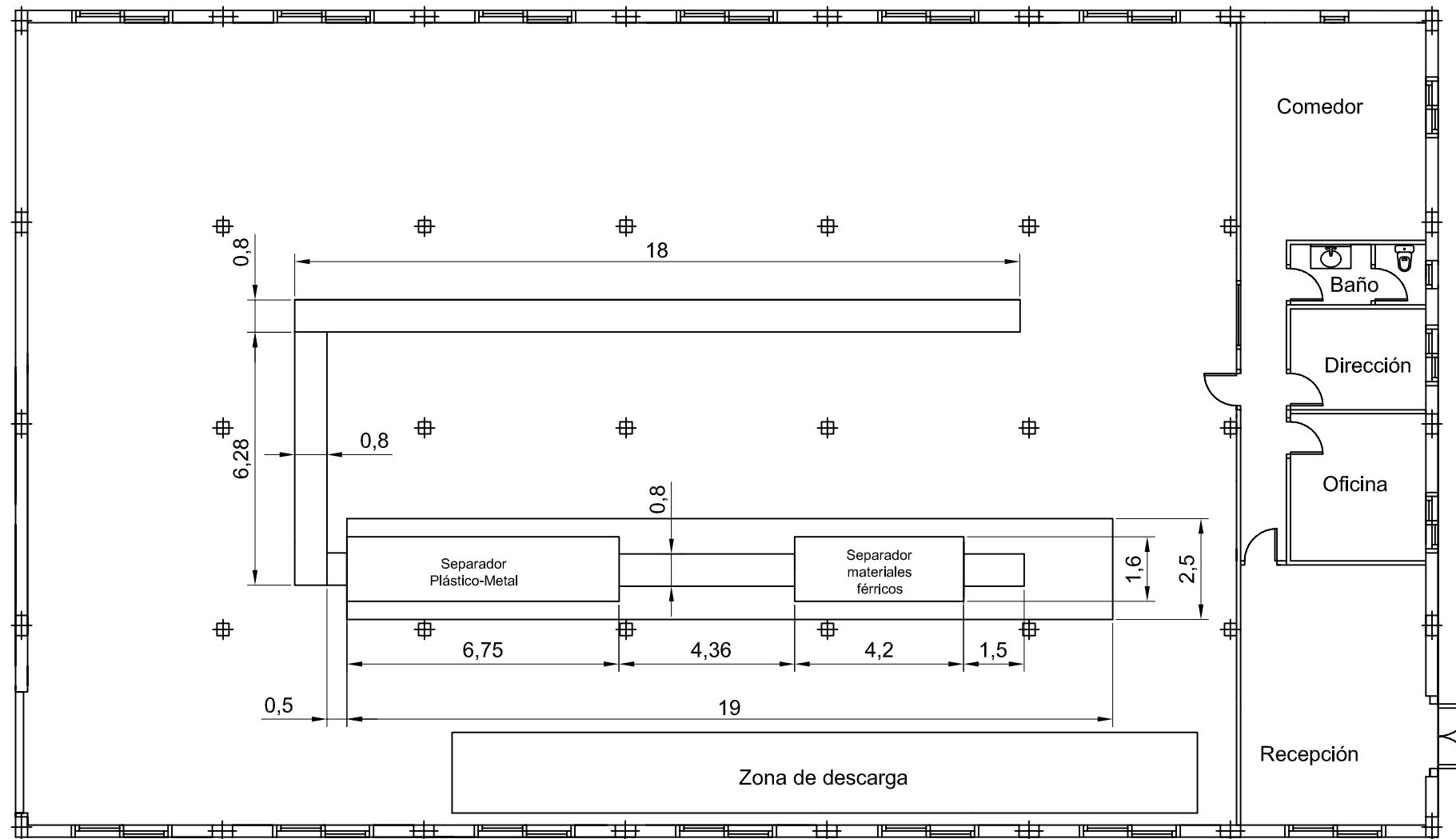
Relación de superficies	
Recepción	29,67 m2
Oficina	12,26 m2
Dirección	8,4 m2
Baño	4,89 m2
Comedor	24,84 m2
Zona de trabajo	597 m2
TOTAL SUP. ÚTIL	677,06 m2
TOTAL SUP. CONSTRUIDA	723,65 m2

Cotas en m

CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
Dibujado	Ago/2015	I. Hernández Jacinto	
Comprobado	Sep/2015	A. Hernández Pérez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:150	PLANO DE PLANTA		Nº P.: 1.
		Nom.Arch: Plano planta nave.dwg	



E.S.I.T.
Grado en Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna

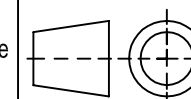


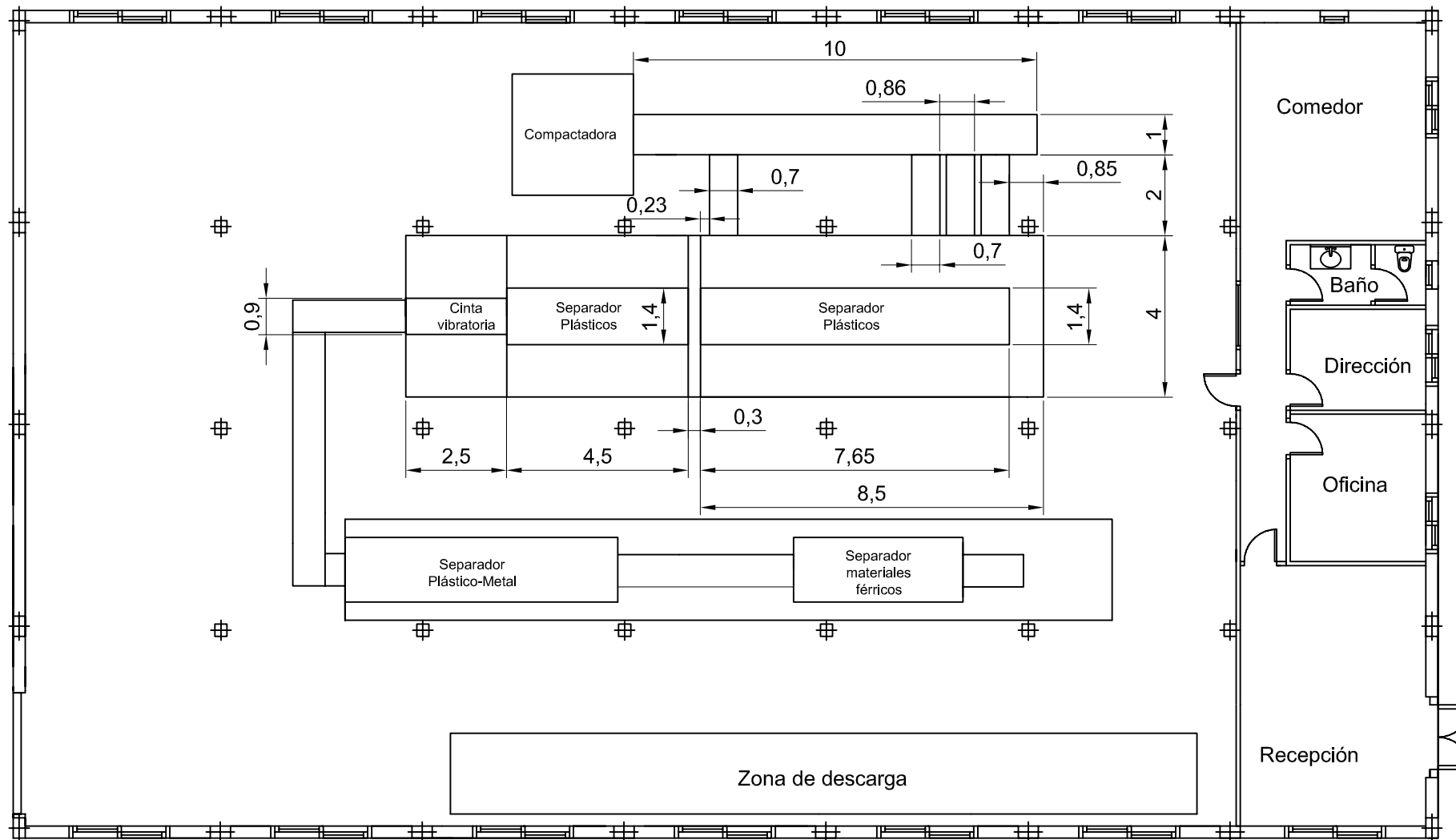
Cotas en m

CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
Dibujado	Ago/2015	I. Hernández Jacinto	
Comprobado	Sep/2015	A. Hernández Pérez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:150	DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA PLANTA		Nº P. : 1.2. Nom.Arch: Distribución actual de la planta.dwg



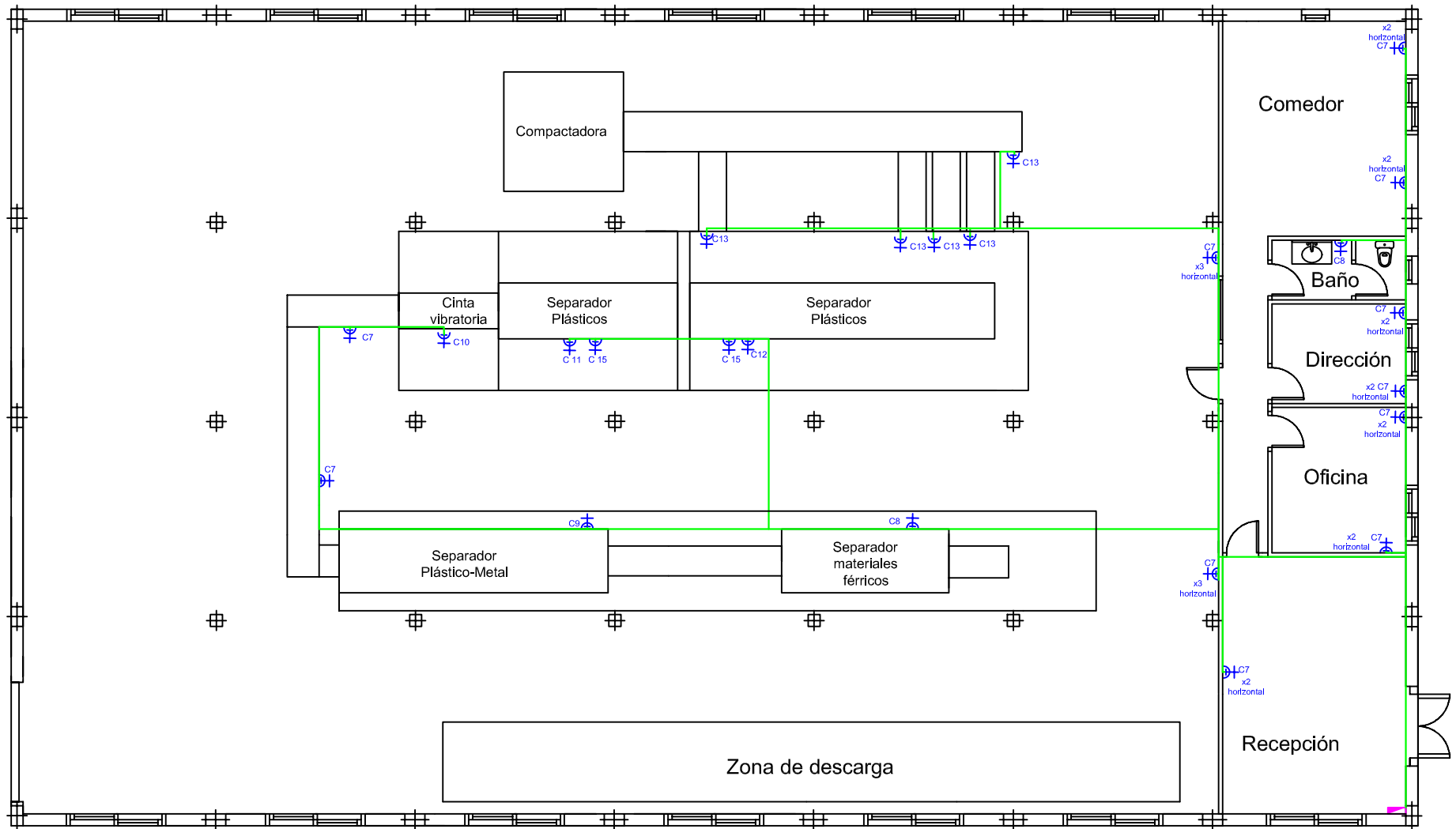
E.S.I.T.
Grado Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna





Cotas en m

CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
Dibujado	Ago/2015	I. Hernández Jacinto	
Comprobado	Sep/2015	A. Hernández Pérez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:150	NUEVA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA		
		Nº P. : 1.2.	E.S.I.T. Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
		Nom.Arch: Nueva distribución de la planta.dwg	



CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA
 MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS

	Fecha	Autores
<i>Dibujado</i>	<i>Ago/2015</i>	<i>I. Hernández Jacinto</i>
<i>Comprobado</i>	<i>Sep/2015</i>	<i>A. Hernández Pérez</i>
<i>Id. s. normas</i>	<i>UNE-EN-DIN</i>	

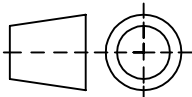


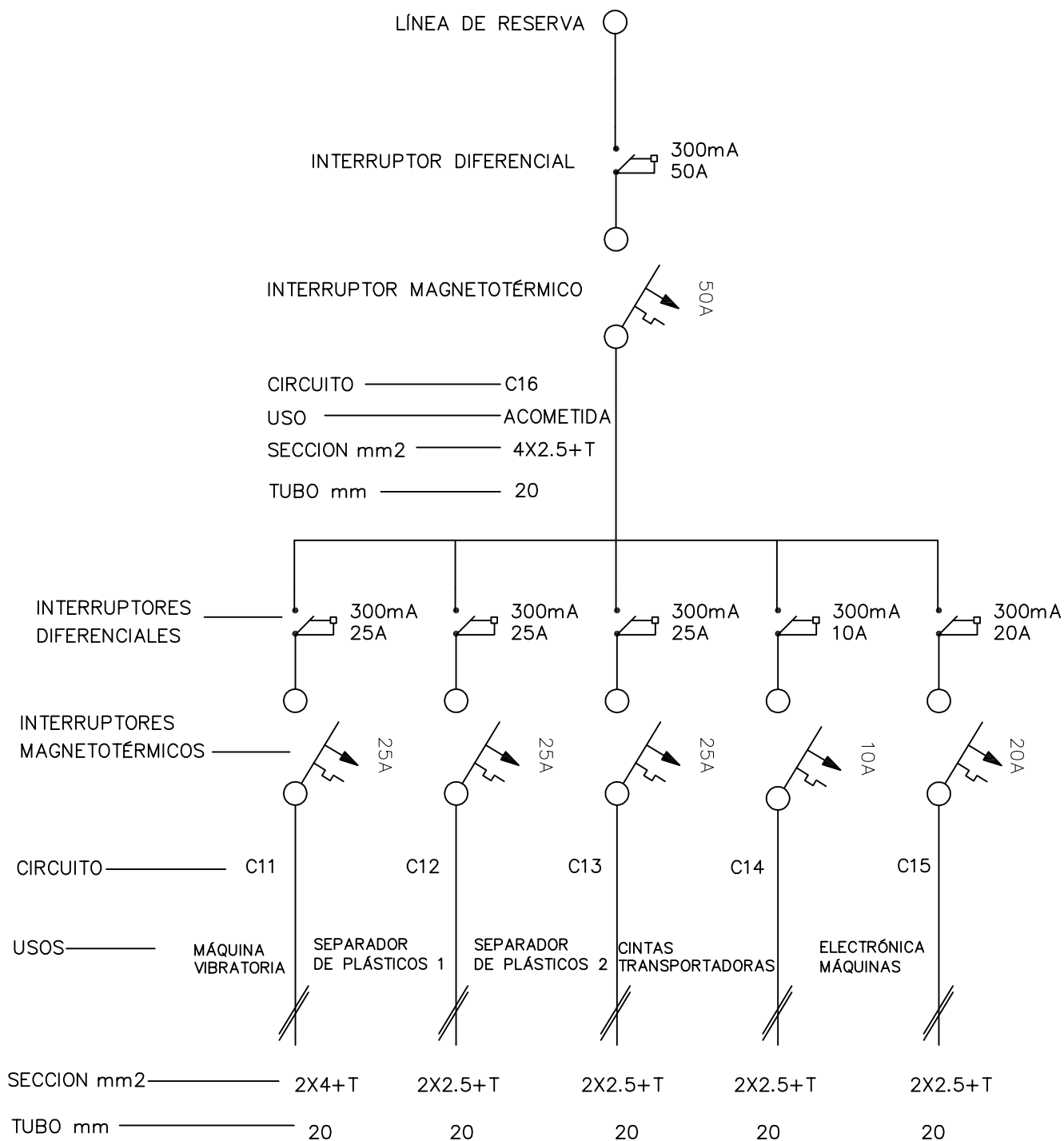
E.S.I.T.
 Grado Ingeniería Mecánica
 Universidad de La Laguna

ESCALA:
 1:150

PLANO DE FUERZA

Nº P. : 1.3.
 Nom.Arch: Plano fuerza
 nave.dwg

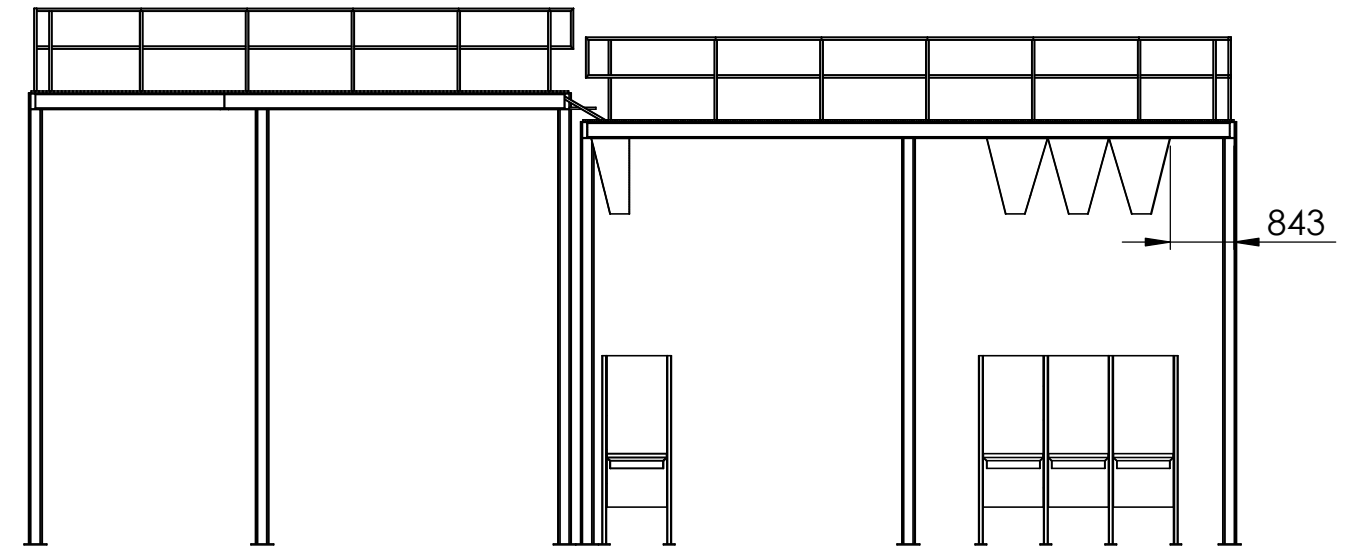
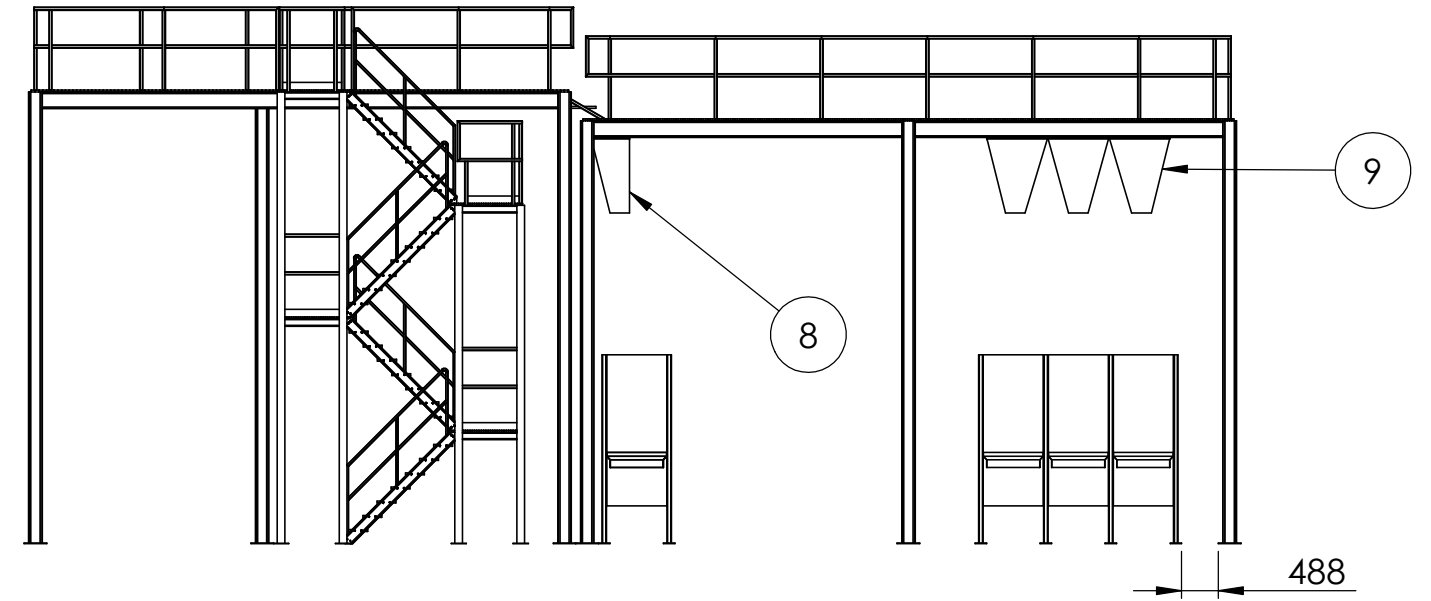
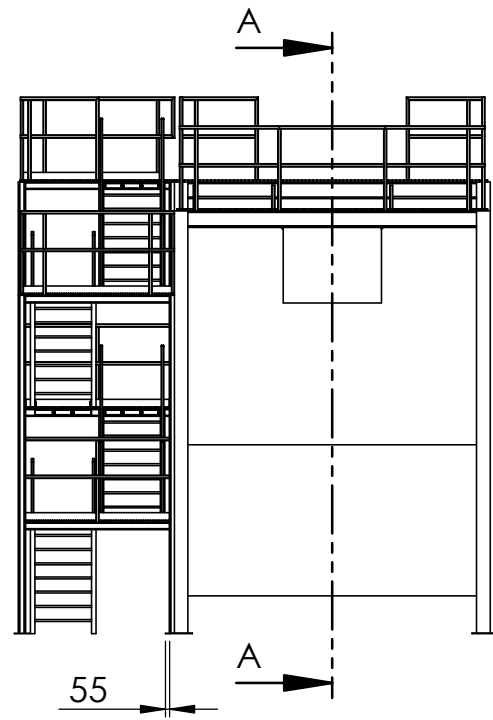




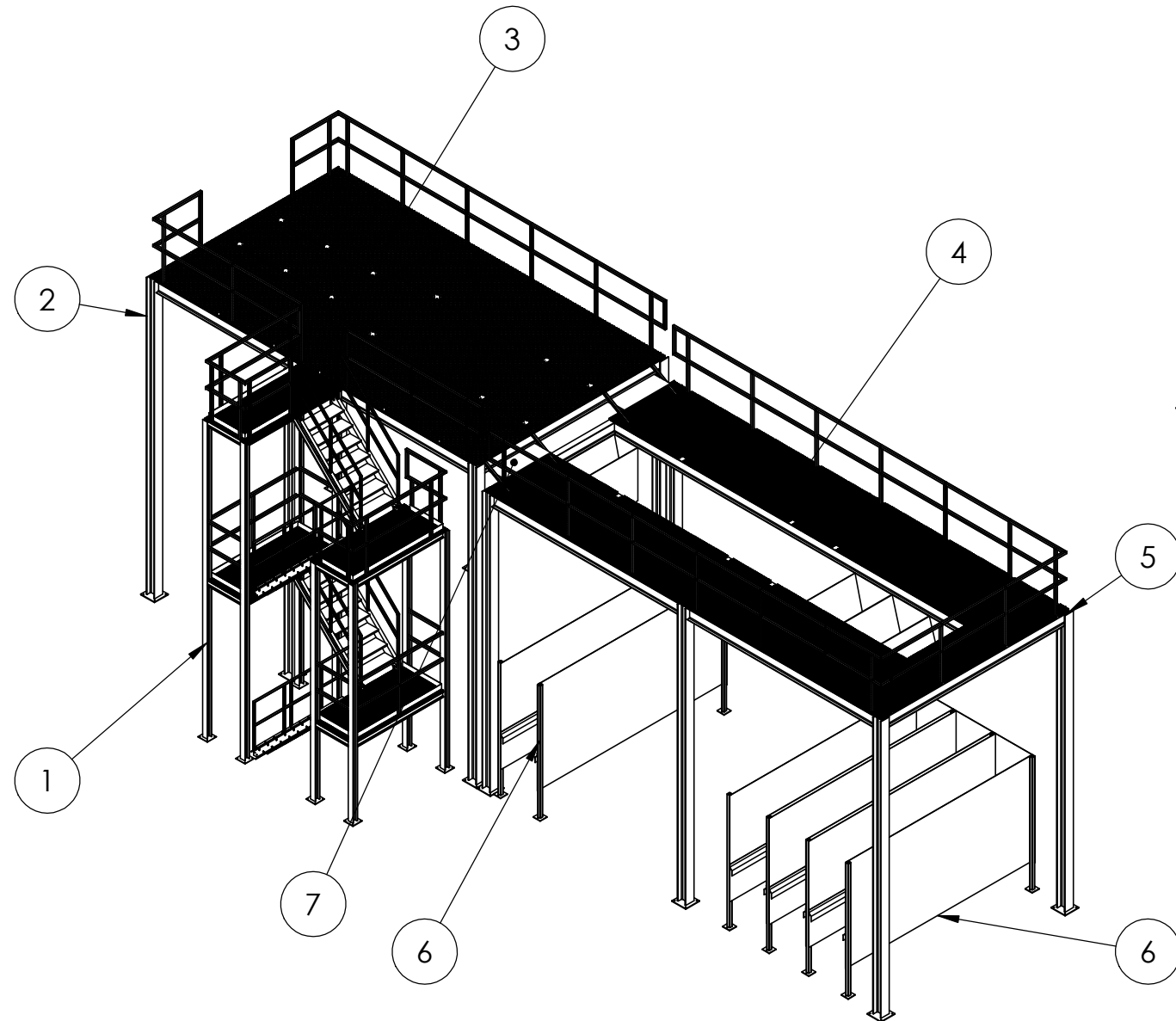
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
Dibujado	Ago/2015	I. Hernández Jacinto	
Comprobado	Sep/2015	A. Hernández Pérez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: S/E		ESQUEMA UNIFILAR	
		Nº P. : 1.4. Nom.Arch: Esquema unifilar.dwg	



E.S.I.T.
Grado Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna



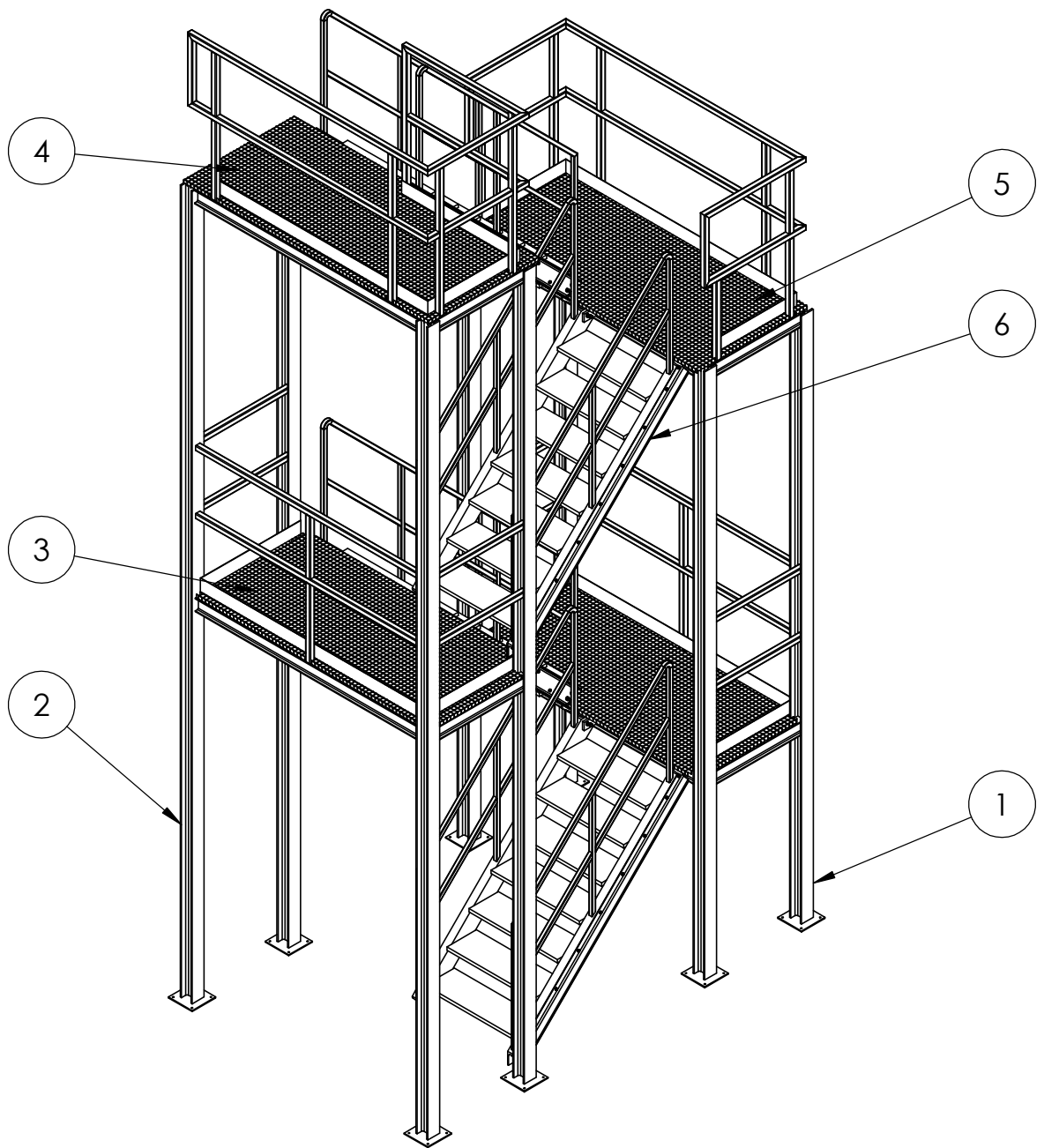
SECCIÓN A-A



9	1	CONDUCTOS SEGUNDA SELECCIÓN	ACERO S275JR
8	1	CONDUCTO PRIMERA SELECCIÓN	ACERO S275JR
7	2	ESCALÓN SOPORTES	ACERO S275JR
6	1	TROJES	
5	1	SOPORTE INFERIOR	ACERO S275JR
4	1	REJILLA SOPORTE INFERIOR	ACERO S275JR
3	1	REJILLA SOPORTE SUPERIOR	ACERO S275JR
2	1	SOPORTE SUPERIOR	ACERO S275JR
1	1	ENSAMBLAJE ESCALERA	
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS


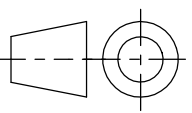
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS

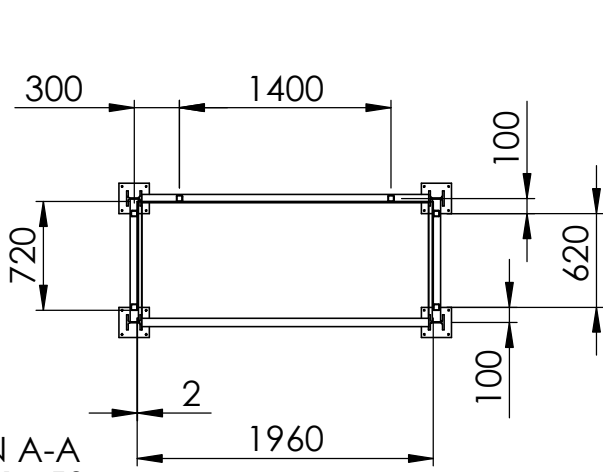
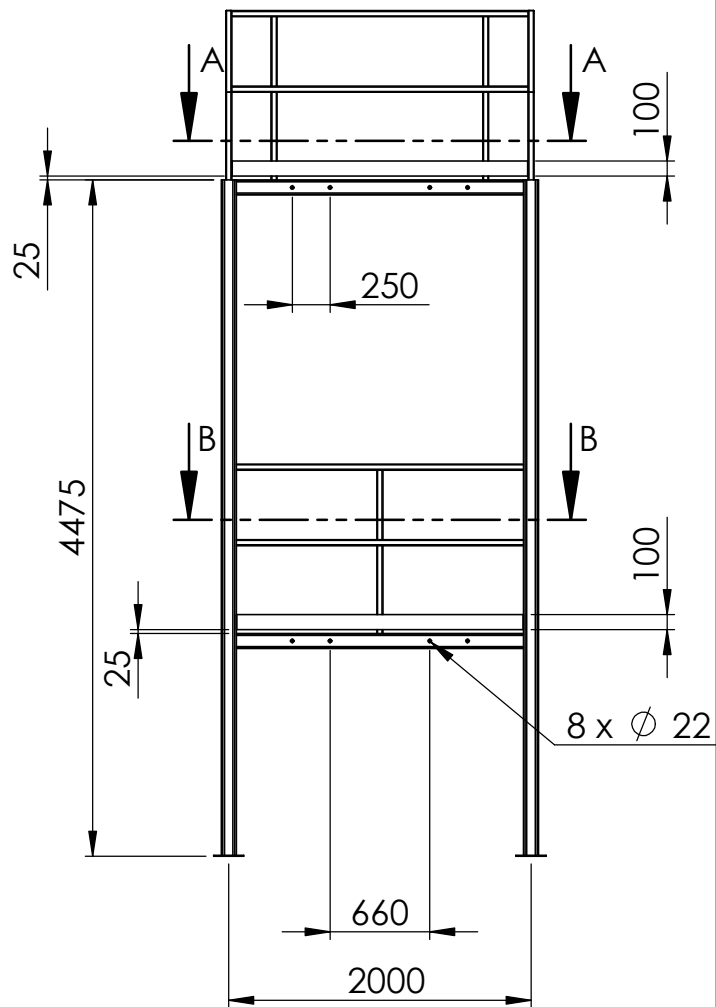
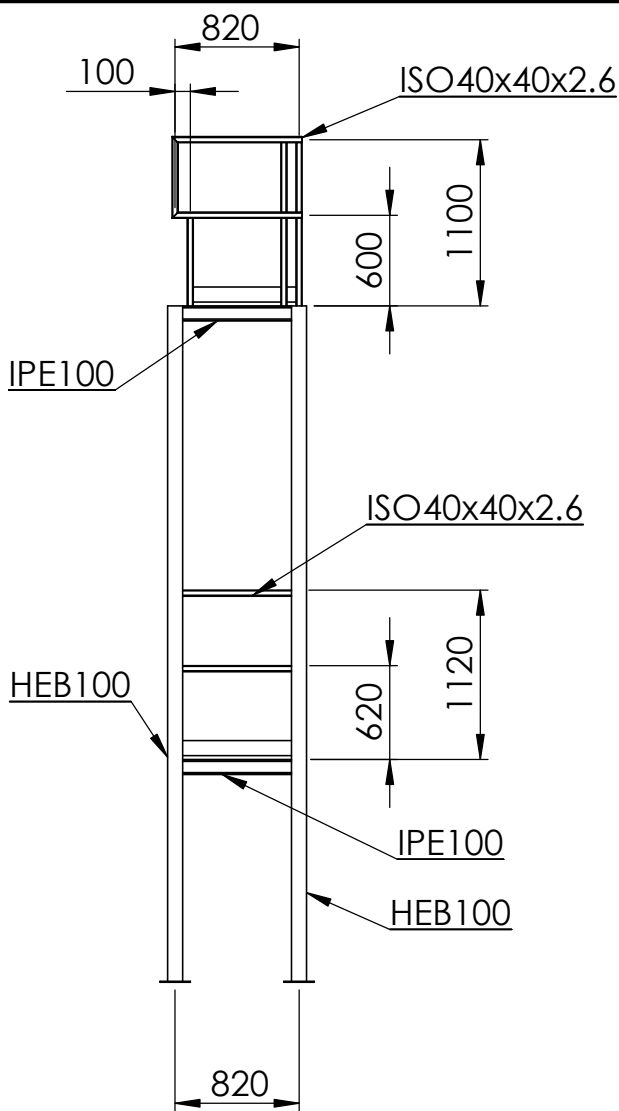
	Fecha	Autores		E.S.I.T. Grado en Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Dibujado	Ago/2015	I. Hernández Jacinto		
Comprobado	Sep/2015	A. Hernández Pérez		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
ESCALA:	ENSAMBLAJE TOTAL		Nº P. : 2.	
1:100			Nom.Arch: Ensamblaje1.sldasm	



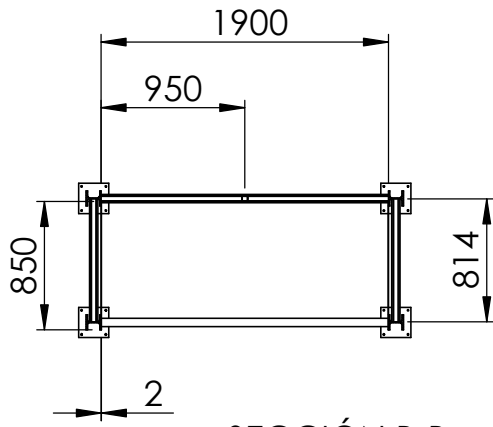
6	4	ESCALERAS	
5	1	REJILLA METÁLICA TERCER DESCANSO	ACERO S275JR
4	1	REJILLA METÁLICA CUARTO DESCANSO	ACERO S275JR
3	2	REJILLA METÁLICA PRIMER Y SEGUNDO DESCANSO	ACERO S275JR
2	1	ESTRUCTURA SUPERIOR ESCALERAS	ACERO S275JR
1	1	ESTRUCTURA INFERIOR ESCALERAS	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS

CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS

	Fecha	Autores	 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>		
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>		
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN			
ESCALA: S/E	ENSAMBLAJE ESCALERA		Nº P. : 2.1. Nom.Arch: Ensamblaje escalera.sldasm	

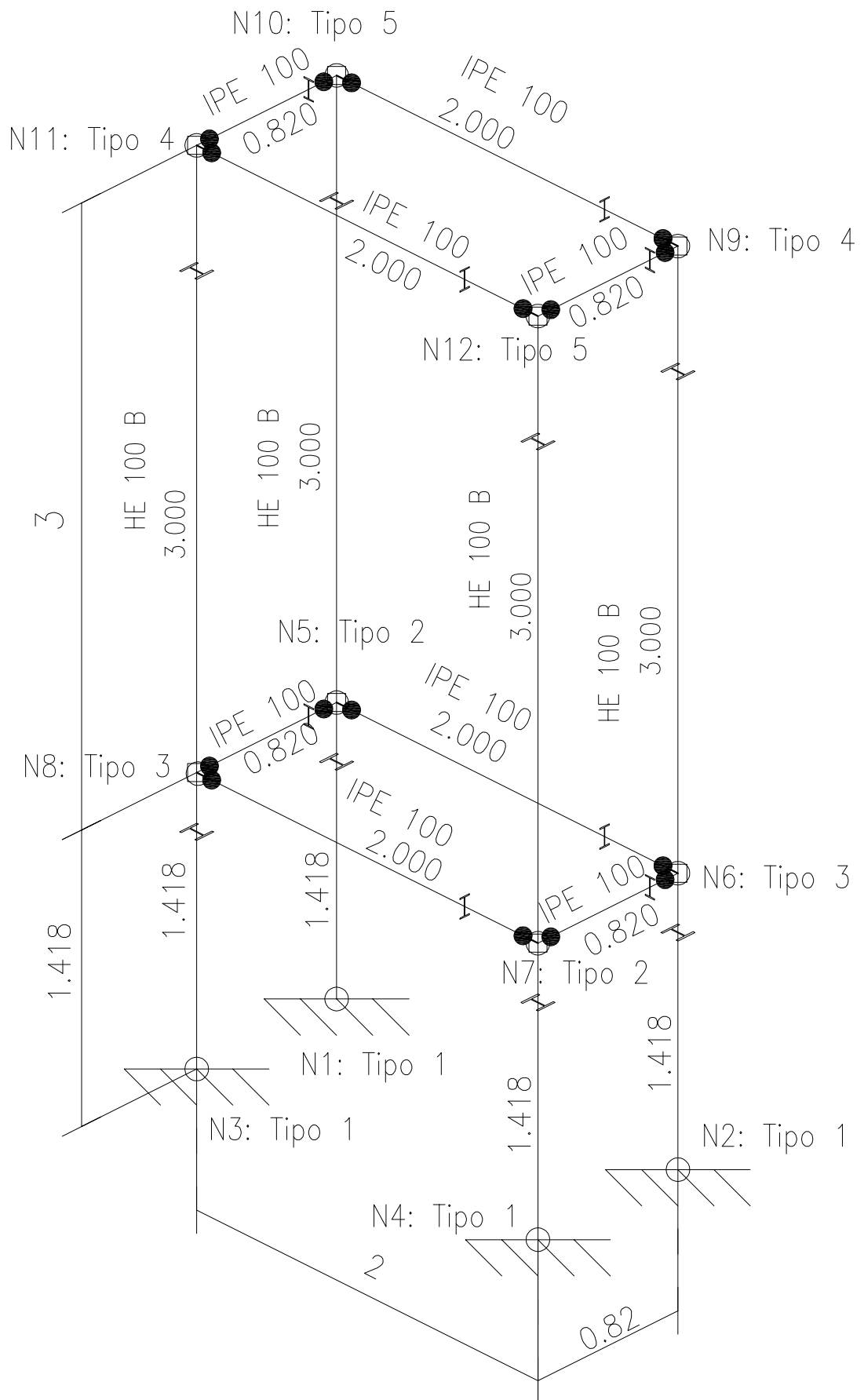


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 50


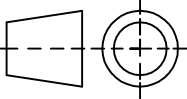


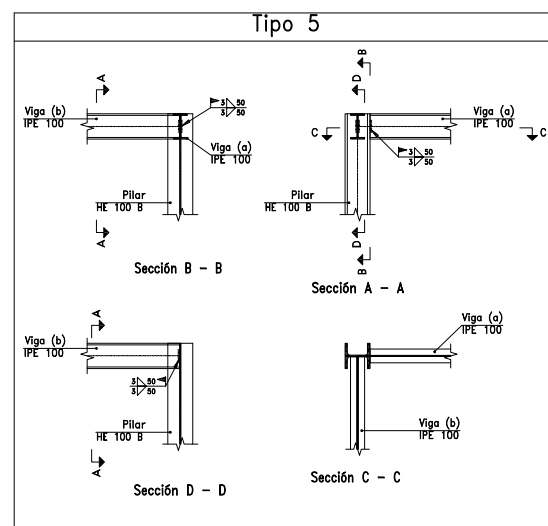
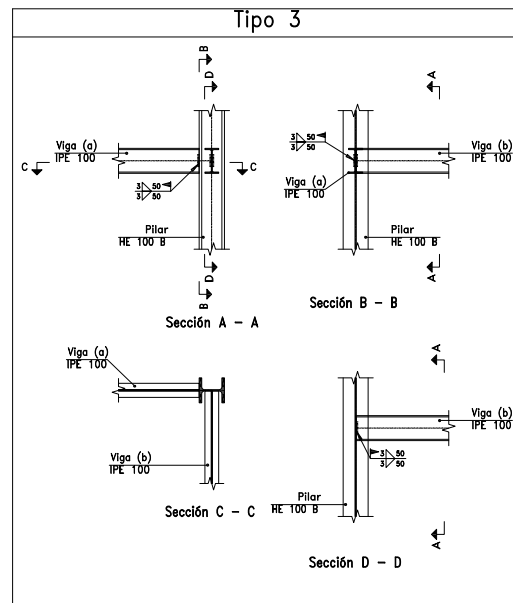
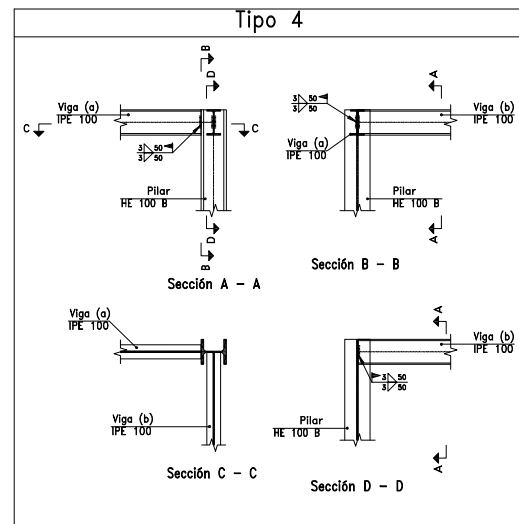
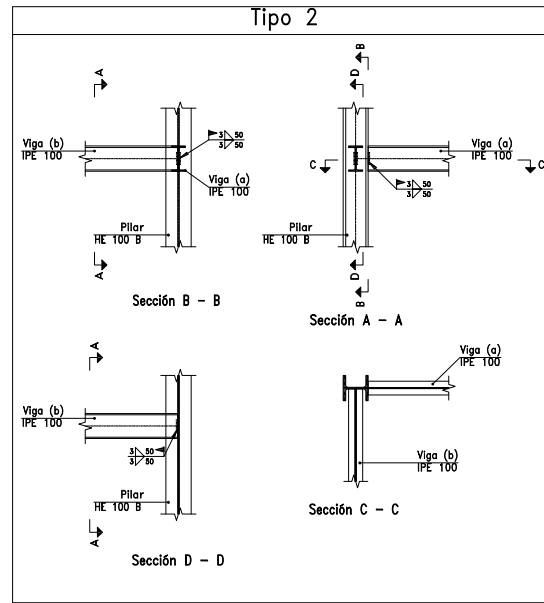
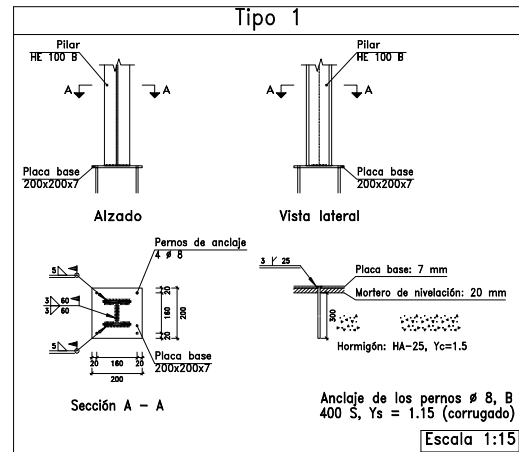
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 50

1	1	ESTRUCTURA INFERIOR ESCALERAS	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
		 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
ESCALA: 1:50	ESTRUCTURA INFERIOR ESCALERAS		Nº P. : 2.1.1. Nom.Arch: Estructura inferior escaleras.sldprt 



CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA
MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS

	Fecha	Autores	 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Dibujado	Ago/2015	I. Hernández Jacinto		
Comprobado	Sep/2015	A. Hernández Pérez		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
ESCALA: S/E	ESTRUCTURA INFERIOR ESCALERAS 3D		Nº P.: 2.1.1.1. Nom.Arch: 3D estructura escaleras inferior.dwg	



UNIONES SOLDADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

NORMA:
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

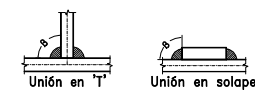
MATERIALES:
- Perfiles (Material base): S275.
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:

- 1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- 2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- 3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- 4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
- 5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - Si se cumple que $b > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $b < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.

COMPROBACIONES:

- a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:
En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:
Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).
- c) Cordones de soldadura en ángulo:
Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.



Soldaduras				
f (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	3	402
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	2080
			5	1552

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	4	200x200x7	8.79
			Total	8.79
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	16	Ø 8 - L = 335	2.11
			Total	2.11

REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA

a[mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A

L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE SOLDADURAS

Referencias:
1: línea de la flecha
2a: línea de referencia (línea continua)
2b: línea de identificación (línea a trazos)
3: símbolo de soldadura
4: indicaciones complementarias
U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

Referencia 3

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chafilán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplia		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

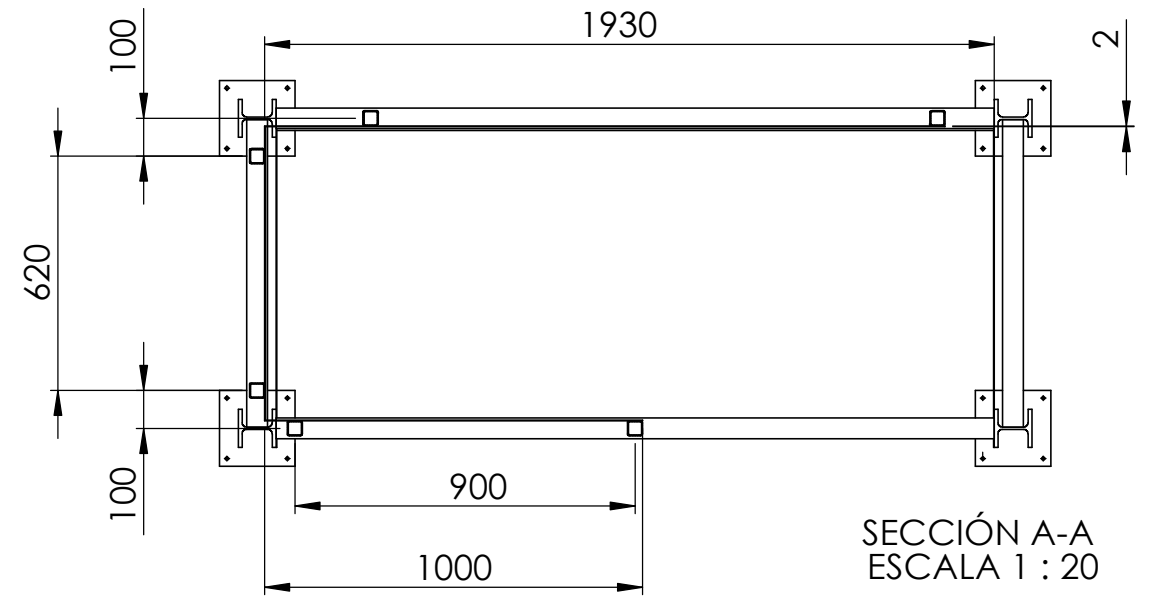
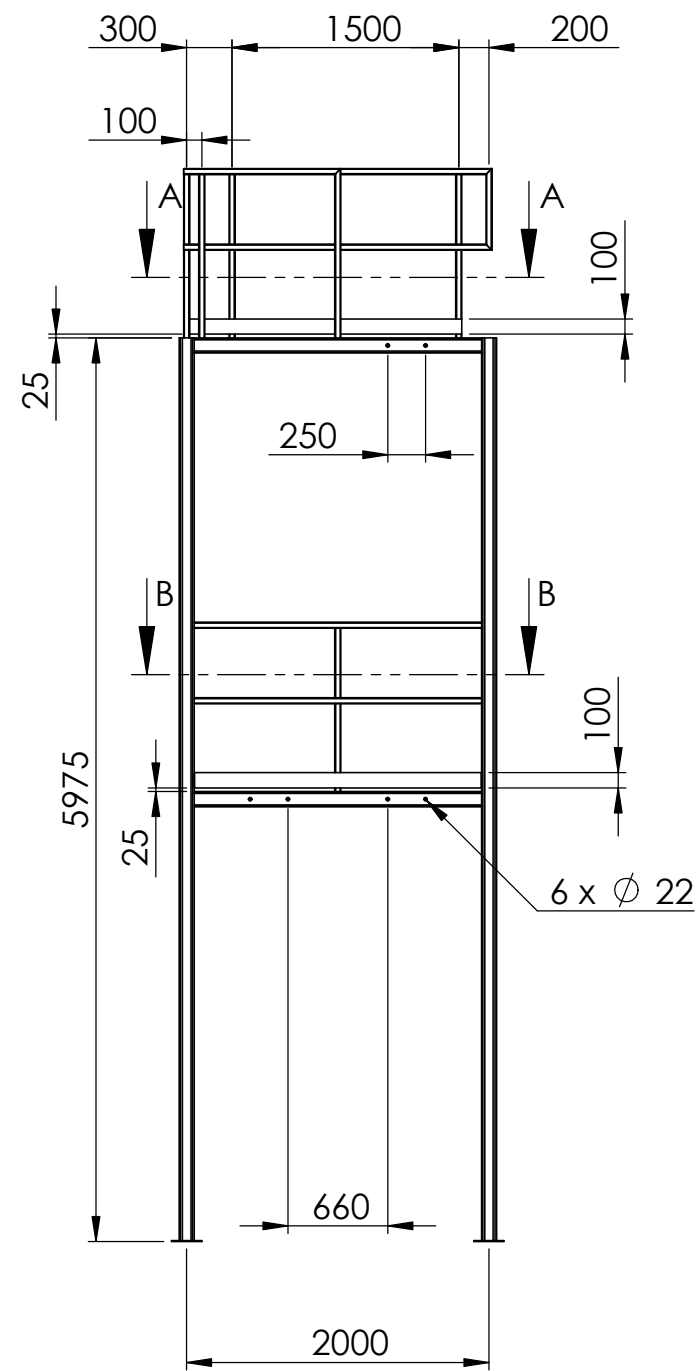
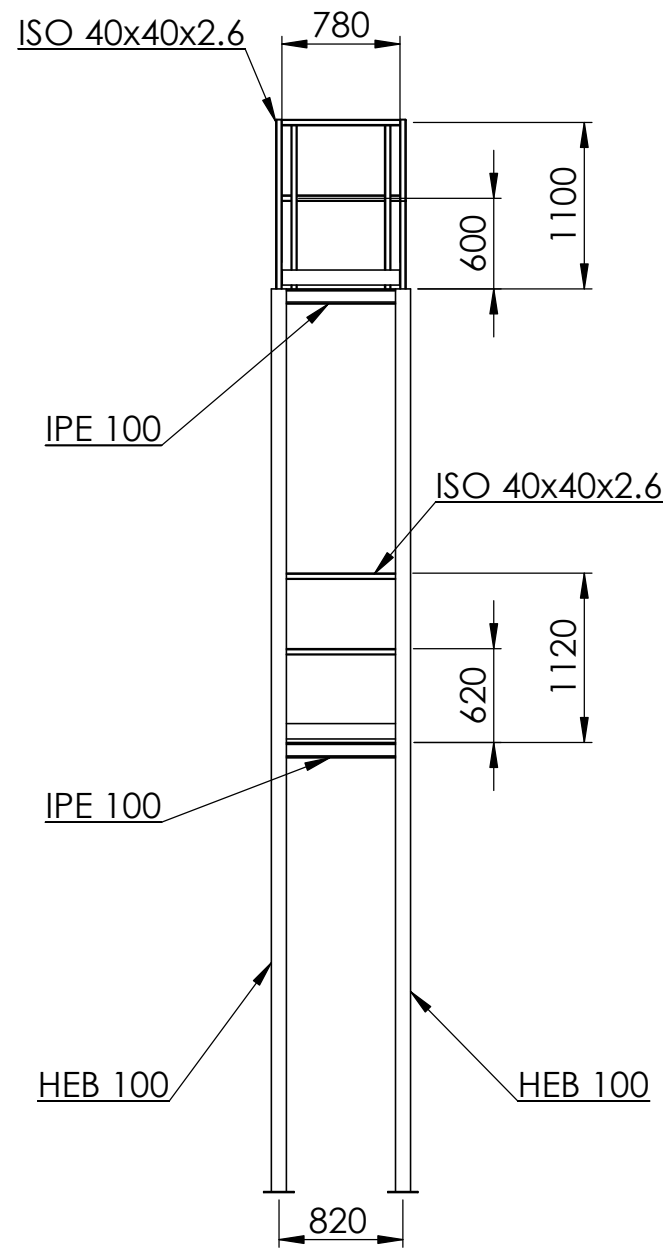
Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

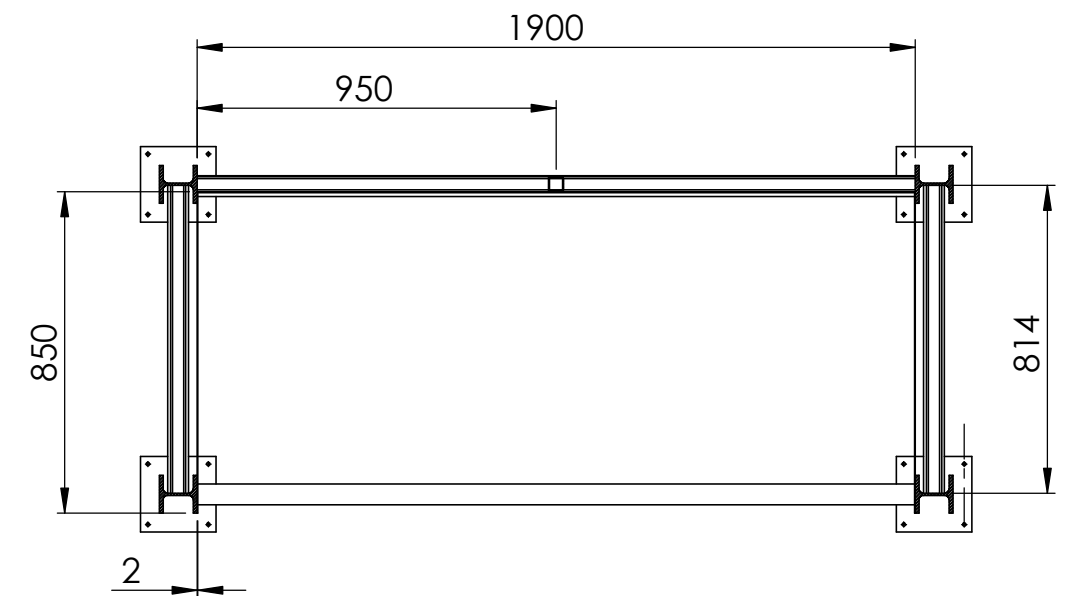
Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
Acero laminado: S275

CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS


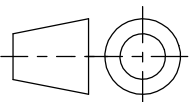
	Fecha	Autores		E.S.I.T. Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Dibujado	Ago/2015	I. Hernández Jacinto		
Comprobado	Sep/2015	A. Hernández Pérez		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		Universidad de La Laguna	
ESCALA: 1:30	UNIONES ESTRUCTURA INFERIOR ESCALERAS		Nº P. : 2.1.1.2.	Nom.Arch: Uniones estructura inferior escaleras.dwg

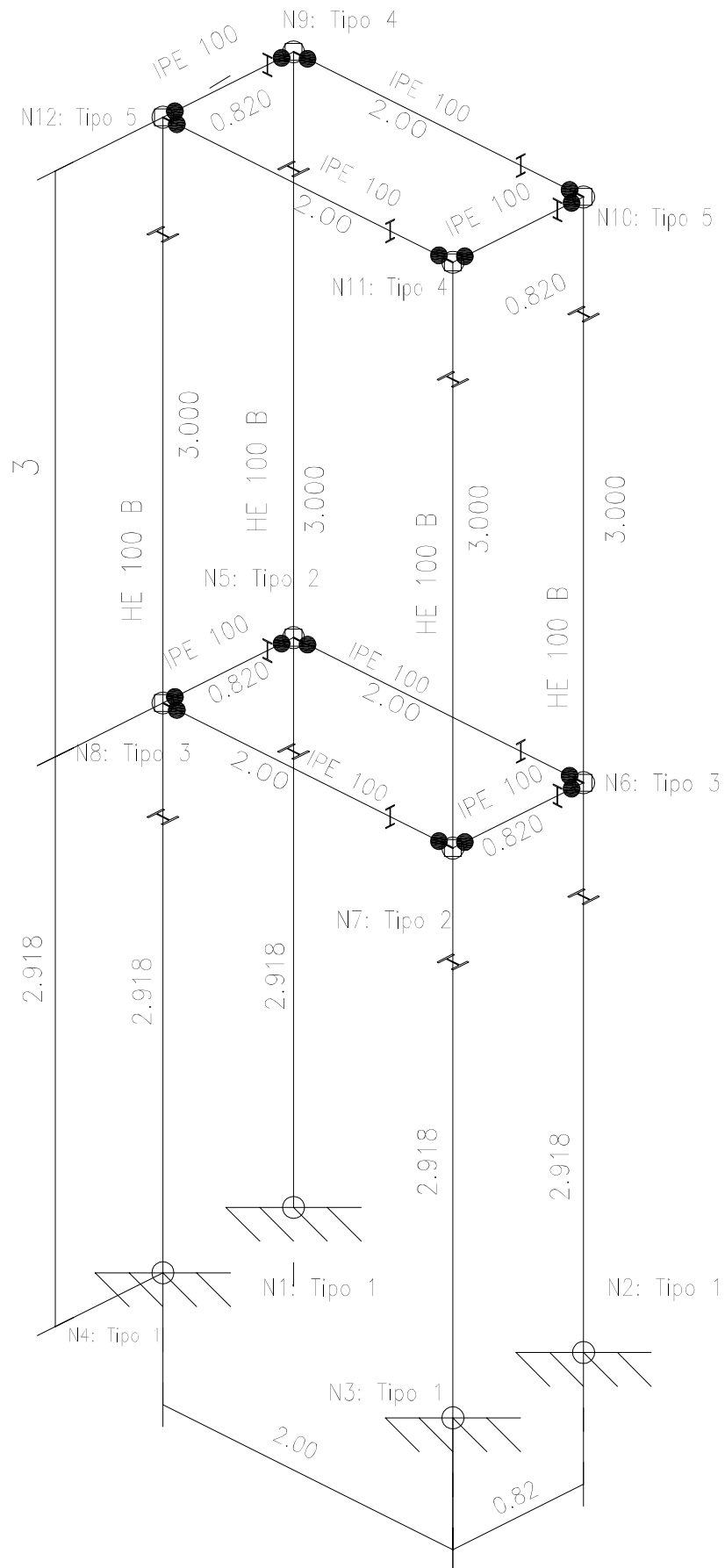


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 20


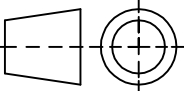


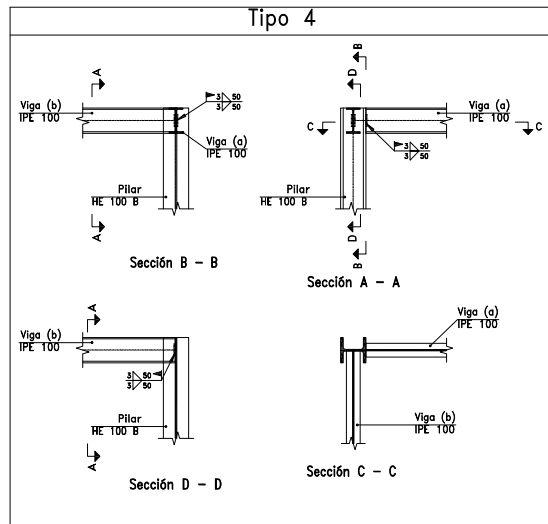
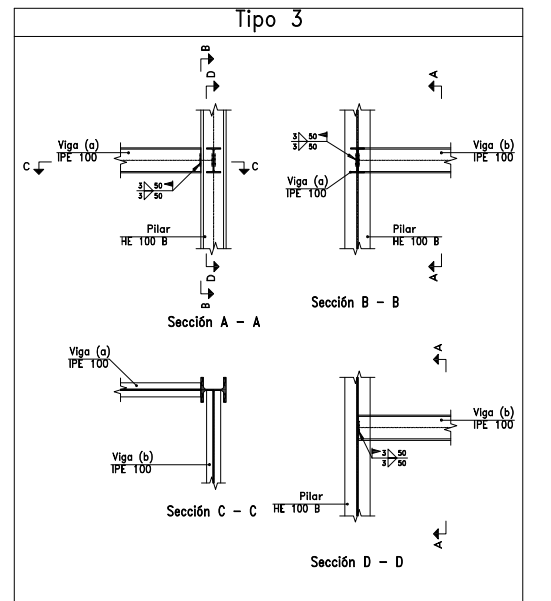
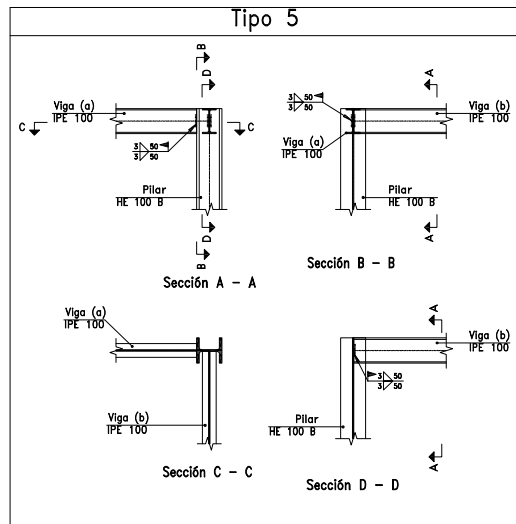
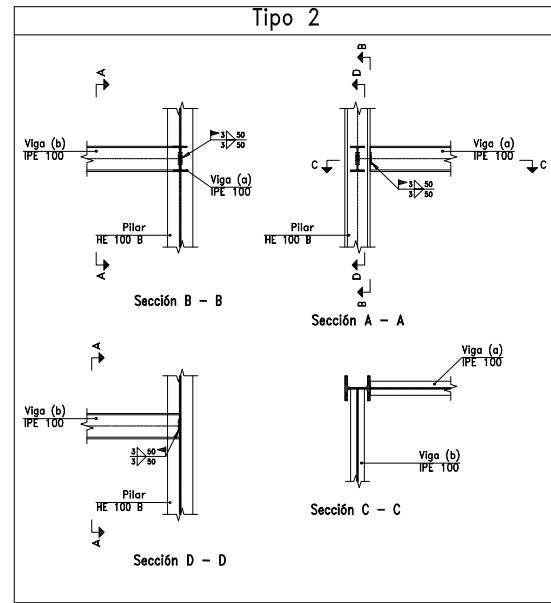
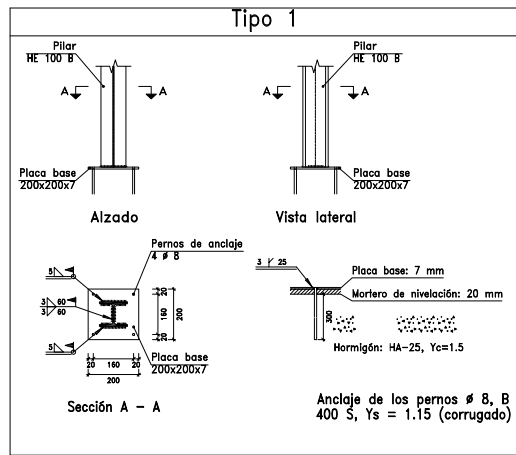
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 20

1	1	ESTRUCTURA SUPERIOR ESCALERAS	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
Dibujado	Ago/2015	I. Hernández Jacinto	
Comprobado	Sep/2015	A. Hernández Pérez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
		 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. Grado en Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:50	ESTRUCTURA SUPERIOR ESCALERAS		Nº P. : 2.1.2. Nom.Arch: Estructura superior escaleras.sldprt
			



CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA
 MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS

	Fecha	Autores		E.S.I.T. Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Dibujado	Ago/2015	I. Hernández Jacinto		
Comprobado	Sep/2015	A. Hernández Pérez		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
ESCALA: S/E	ESTRUCTURA SUPERIOR ESCALERAS 3D		Nº P. : 2.1.2.1. Nom.Arch: 3D estructura escaleras superior.dwg	



UNIONES SOLDADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

NORMA:
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

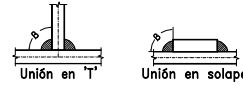
MATERIALES:
- Perfiles (Material base): S275.
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:

- Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
- Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - Si se cumple que $b > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $b < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.

COMPROBACIONES:

- Cordones de soldadura a tope con penetración total:
En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:
Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).
- Cordones de soldadura en ángulo:
Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.



REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA

a [mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A

L [mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE SOLDADURAS

Referencias:
1: línea de la flecha
2a: línea de referencia (línea continua)
2b: línea de identificación (línea a trazos)
3: símbolo de soldadura
4: indicaciones complementarias
U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chafalón)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplia		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

Soldaduras				
f (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplia	3	402
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	2080
			5	1552

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	4	200x200x7	8.79
	Pernos de anclaje	16	Ø 8 - L = 335	2.11
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)				Total 2.11

Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
Acero laminado: S275

CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS

Fecha	Ago/2015	Autores	I. Hernández Jacinto
Dibujado	Sep/2015	Comprobado	A. Hernández Pérez
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		

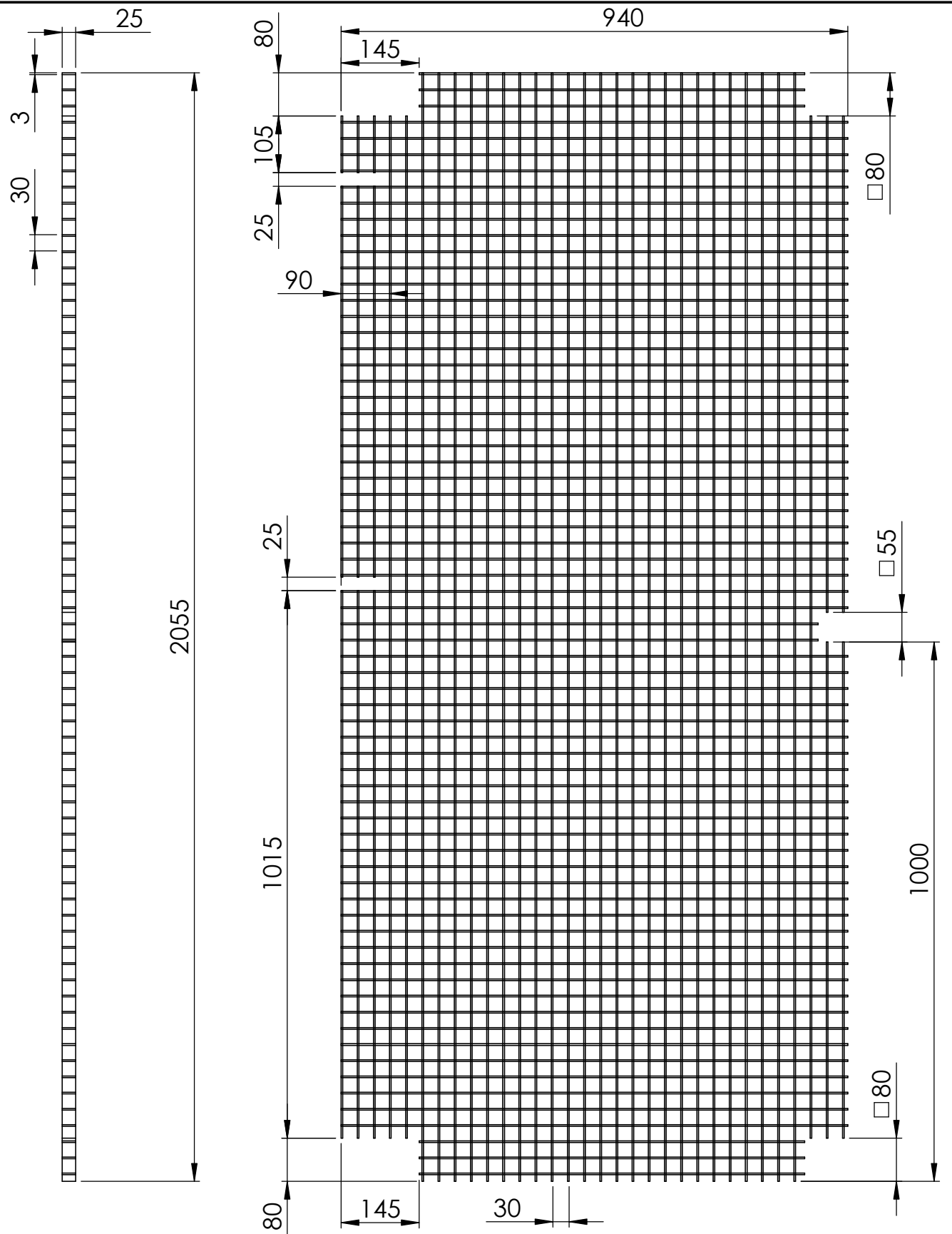
ESCALA: 1:30

UNIONES ESTRUCTURA SUPERIOR ESCALERAS

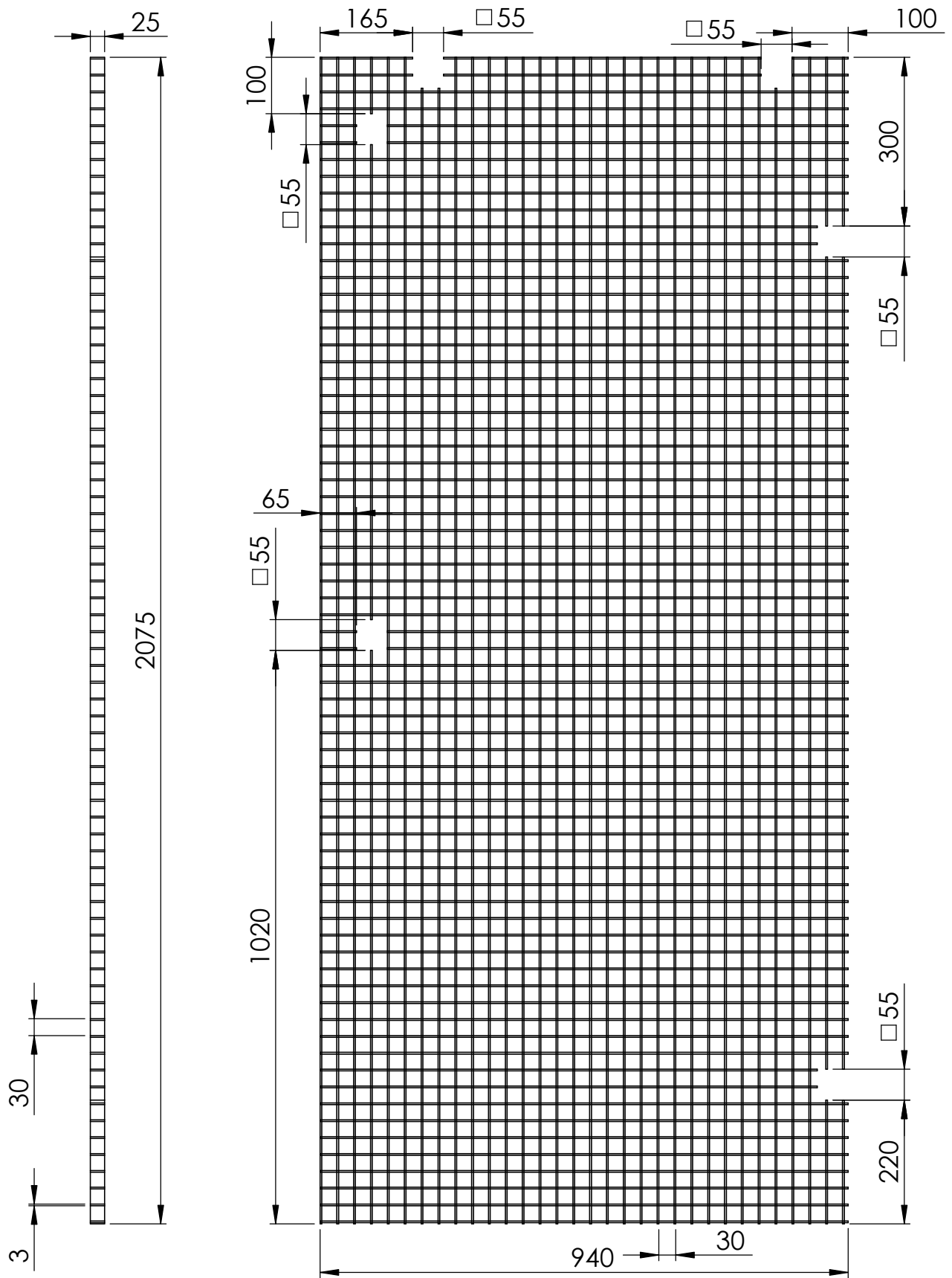
Nº P.: 2.1.2.2.
Nom.Arch: Uniones estructura superior escaleras.dwg

U.L.L. Universidad de La Laguna

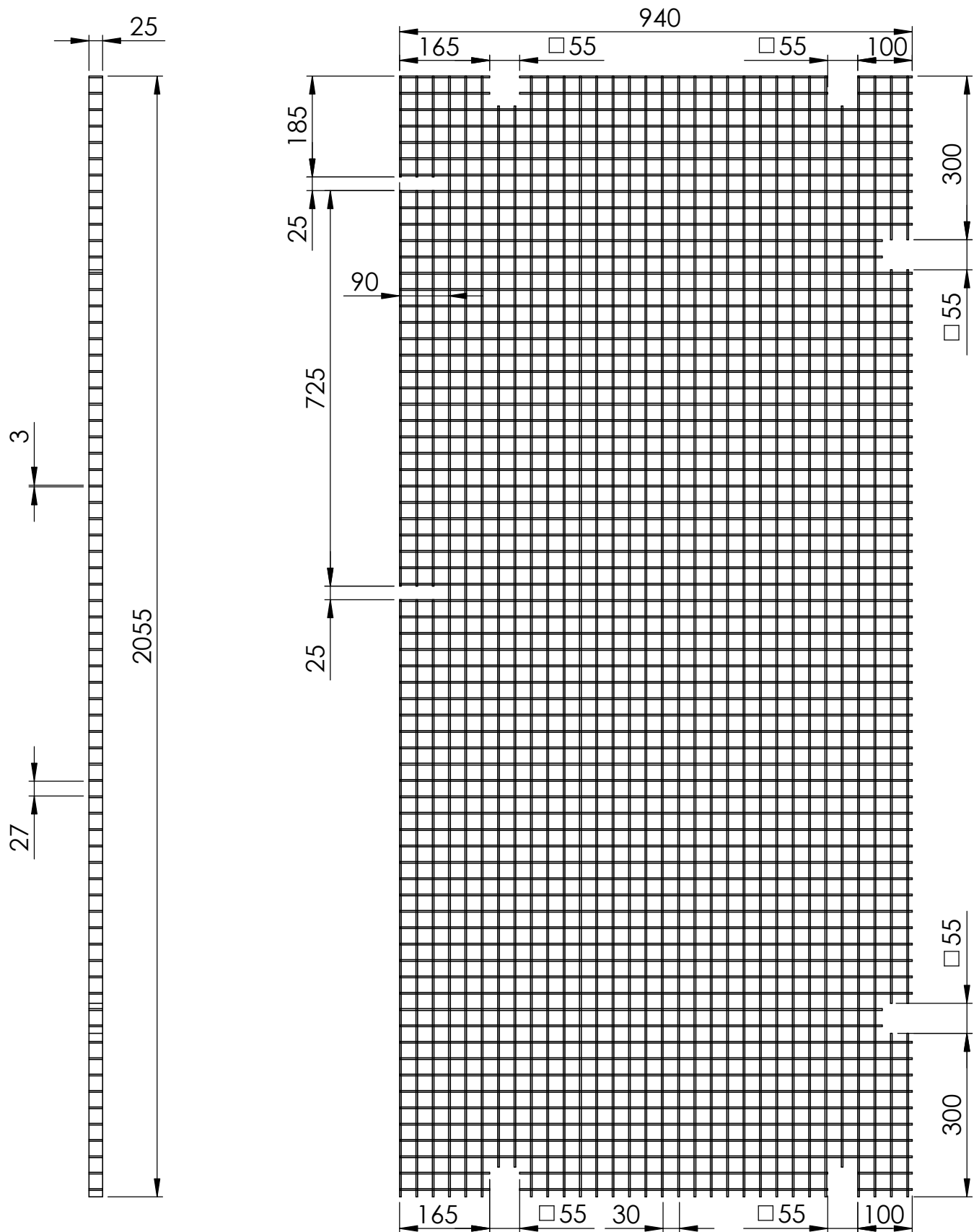
E.S.I.T. Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna


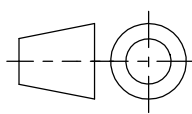


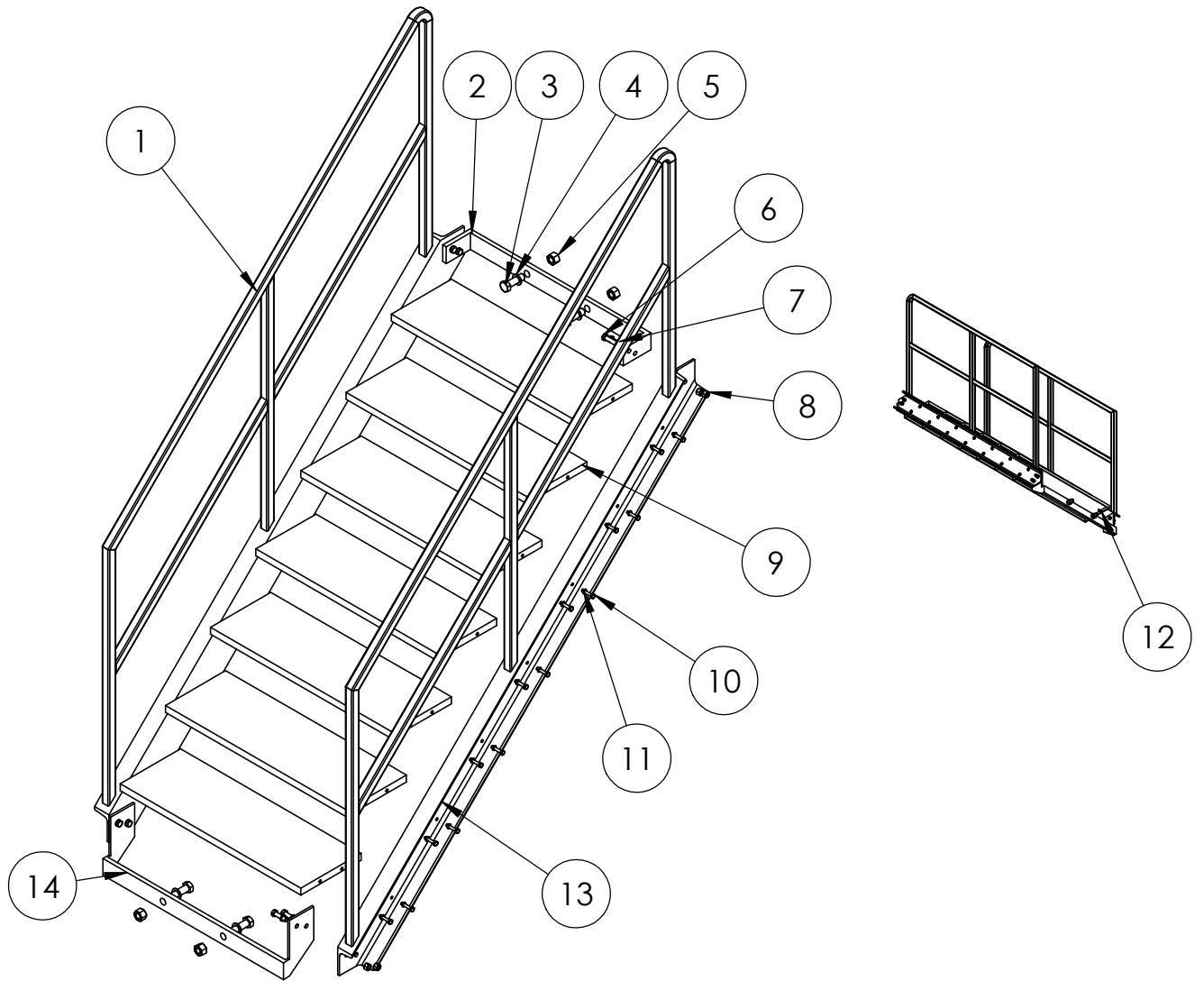
1	2	REJILLA METÁLICA PRIMER Y SEGUNDO DESCANSO	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
	 Universidad de La Laguna		E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
ESCALA: 1:10	REJILLA METÁLICA PRIMER Y SEGUNDO DESCANSO		Nº P. : 2.1.3. Nom.Arch: Rejilla metálica 1 y 2
			



1	1	REJILLA METÁLICA CUARTO DESCANSO	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
		 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
ESCALA: 1:10	REJILLA METÁLICA CUARTO DESCANSO		Nº P. : 2.1.4. Nom.Arch: Rejilla metálica 4
			


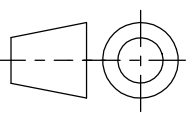


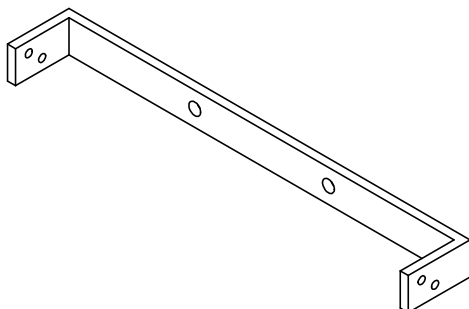
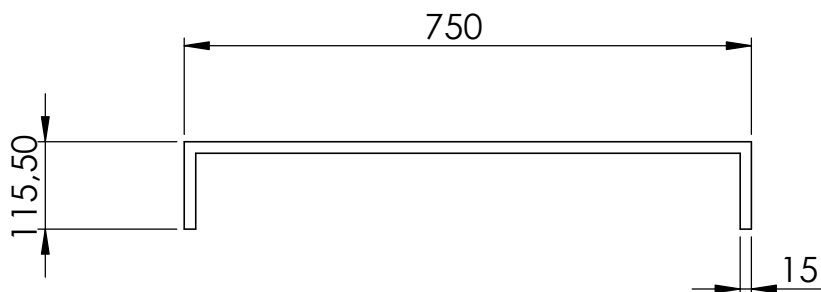
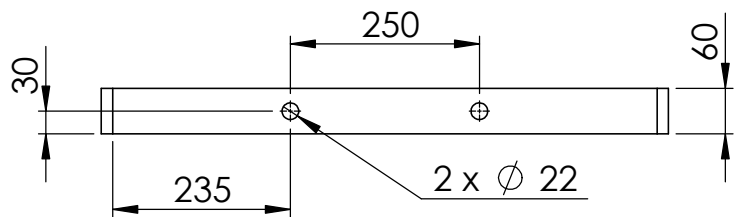
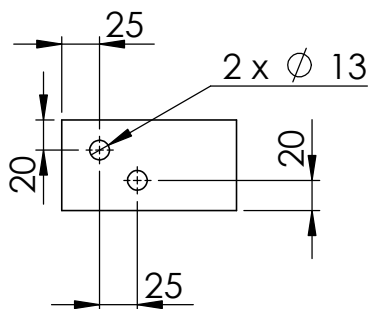
1	1	REJILLA METÁLICA TERCER DESCANSO	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
		 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna</i>
ESCALA: 1:10	REJILLA METÁLICA TERCER DESCANSO		Nº P. : 2.1.5. Nom.Arch: Rejilla metálica 3.sldprt
			


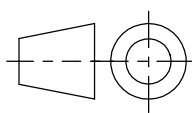


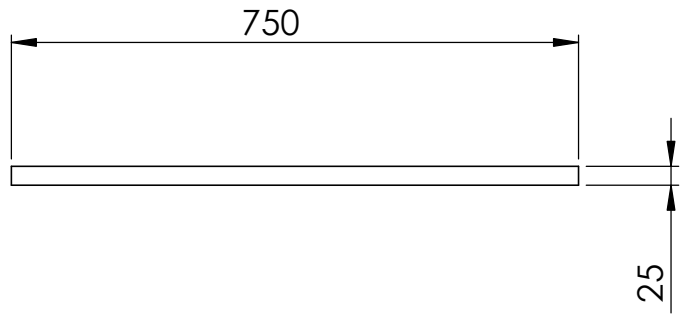
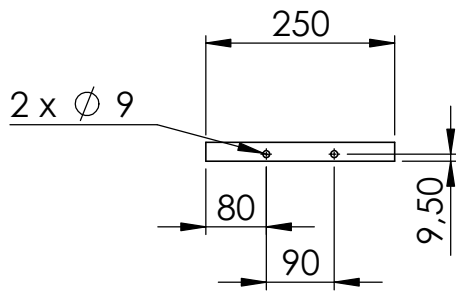
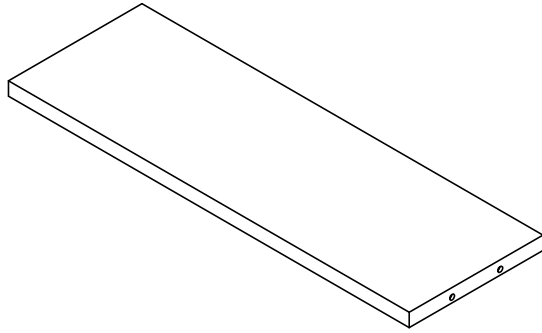
14	1	ANCLAJE GUÍA-BASE INFERIOR	ACERO S275JR
13	1	GUIA DERECHA	ACERO S275JR
12	28	TUERCA HEXAGONAL M8. ISO 4033	INOX A2-70
11	28	ARANDELA PLANA M8. ISO 7092	INOX A2-70
10	28	TORNILLO HEXAGONAL M8. ISO 4015	INOX A2-70
9	7	ESCALÓN	ACERO S275JR
8	8	TUERCA HEXAGONAL M12. ISO 4033	INOX A2-70
7	8	ARANDELA PLANA M12. ISO 7092	INOX A2-70
6	8	TORNILLO HEXAGONAL M12. ISO 4015	INOX A2-70
5	4	TUERCA HEXAGONAL M20. ISO 4033	INOX A2-70
4	4	ARANDELA PLANA M20. ISO 7092	INOX A2-70
3	4	TORNILLO HEXAGONAL M20X65. ISO 4015	INOX A2-70
2	1	ANCLAJE GUÍA-BASE	ACERO S275JR
1	1	GUÍA IZQUIERDA. SIMÉTRICA A MARCA 13	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS

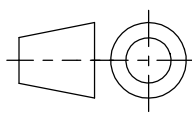
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS

	Fecha	Autores	 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>		
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>		
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN			
ESCALA: S/E	ESCALERAS		Nº P. : 2.1.6. Nom.Arch: Escaleras.sldasm	

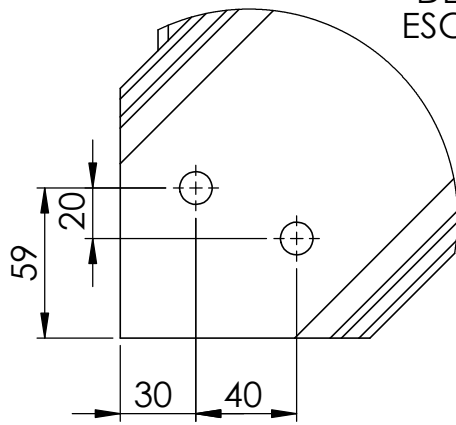


2	1	ANCLAJE GUÍA BASE	ACERO S725JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
		 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
ESCALA: 1:10	ANCLAJE GUÍA BASE		Nº P. : 2.1.6.2. Nom.Arch: Anclaje guía base.sldprt 

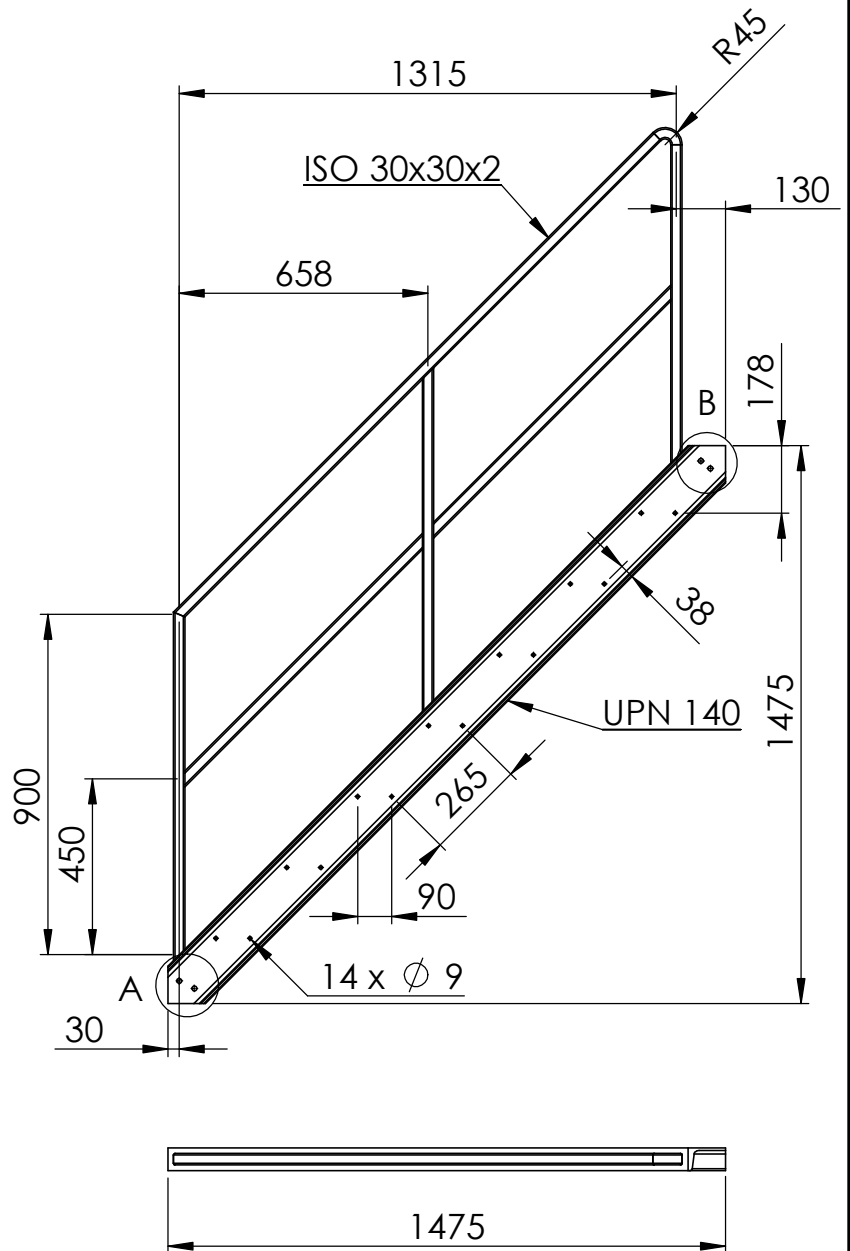
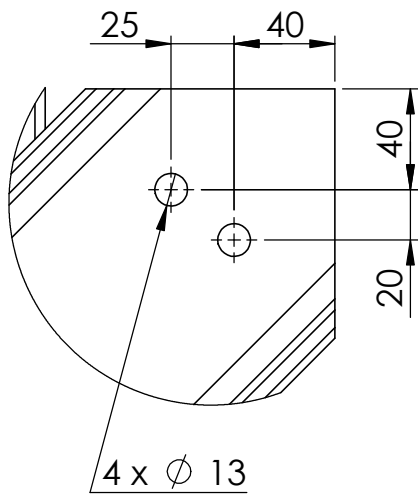


9	1	ESCALÓN	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:10	ESCALÓN		Nº P. : 2.1.6.9. Nom.Arch:Escalón.sldprt
		 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
			

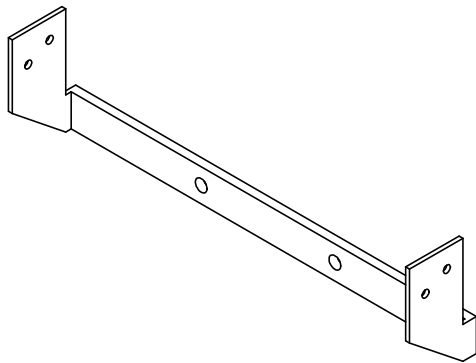
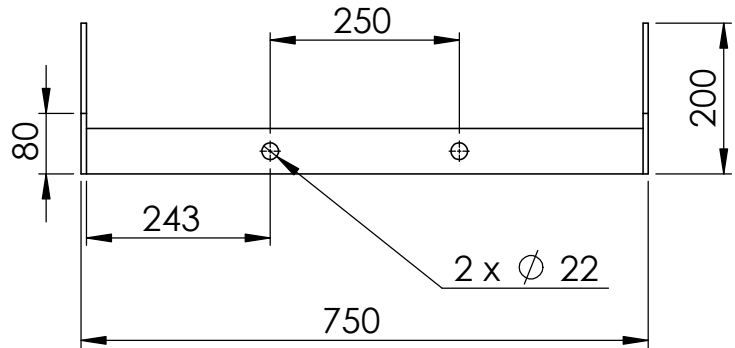
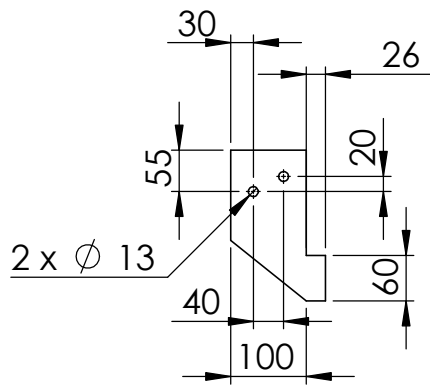
DETALLE A
ESCALA 1 : 3


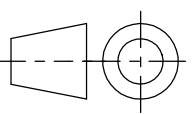


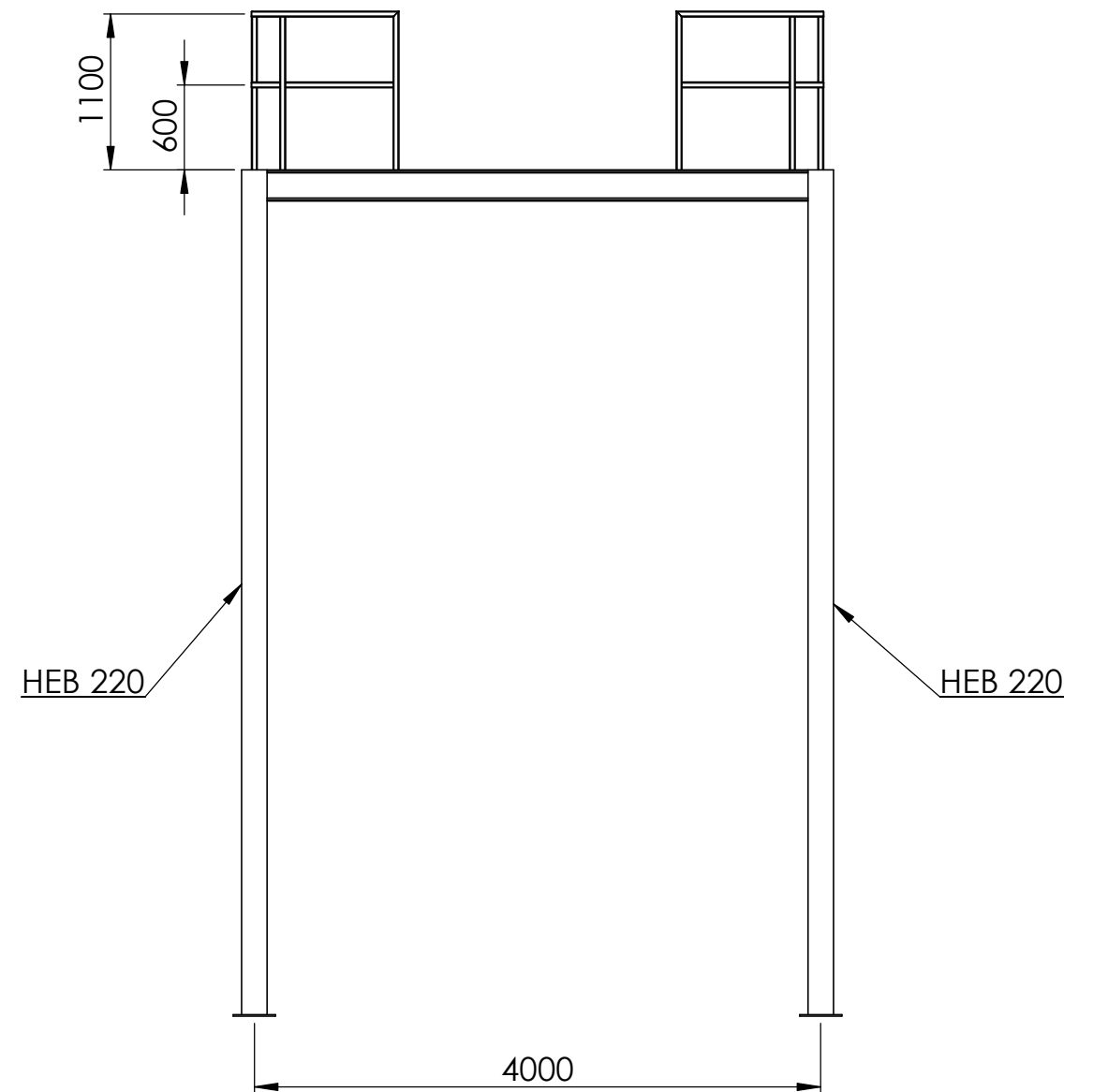
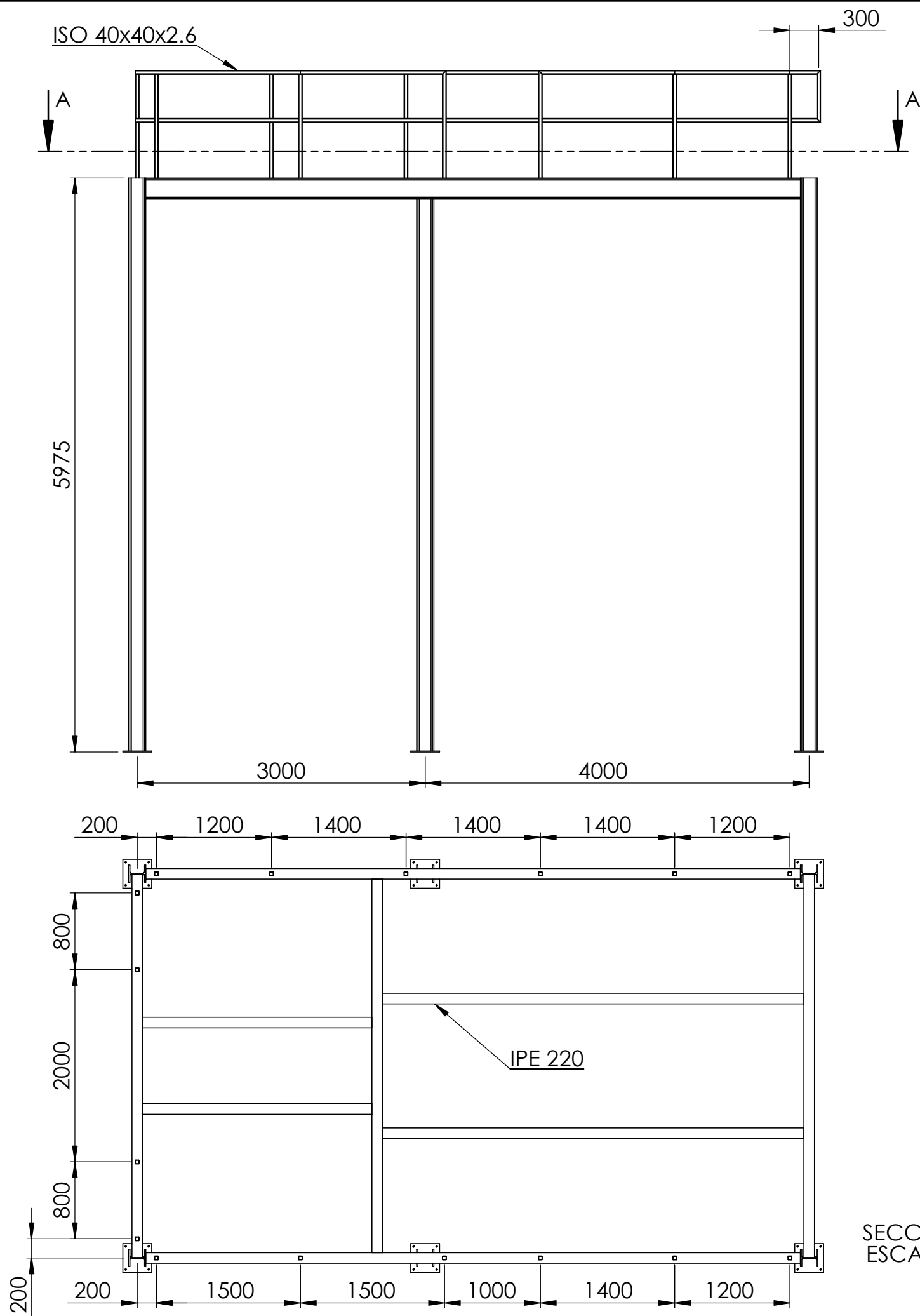
DETALLE B
ESCALA 1 : 3



13	1	GUÍA DERECHA	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:20		GUÍA DERECHA	Nº P. : 2.1.6.13. Nom.Arch: Guía derecha.sldprt 

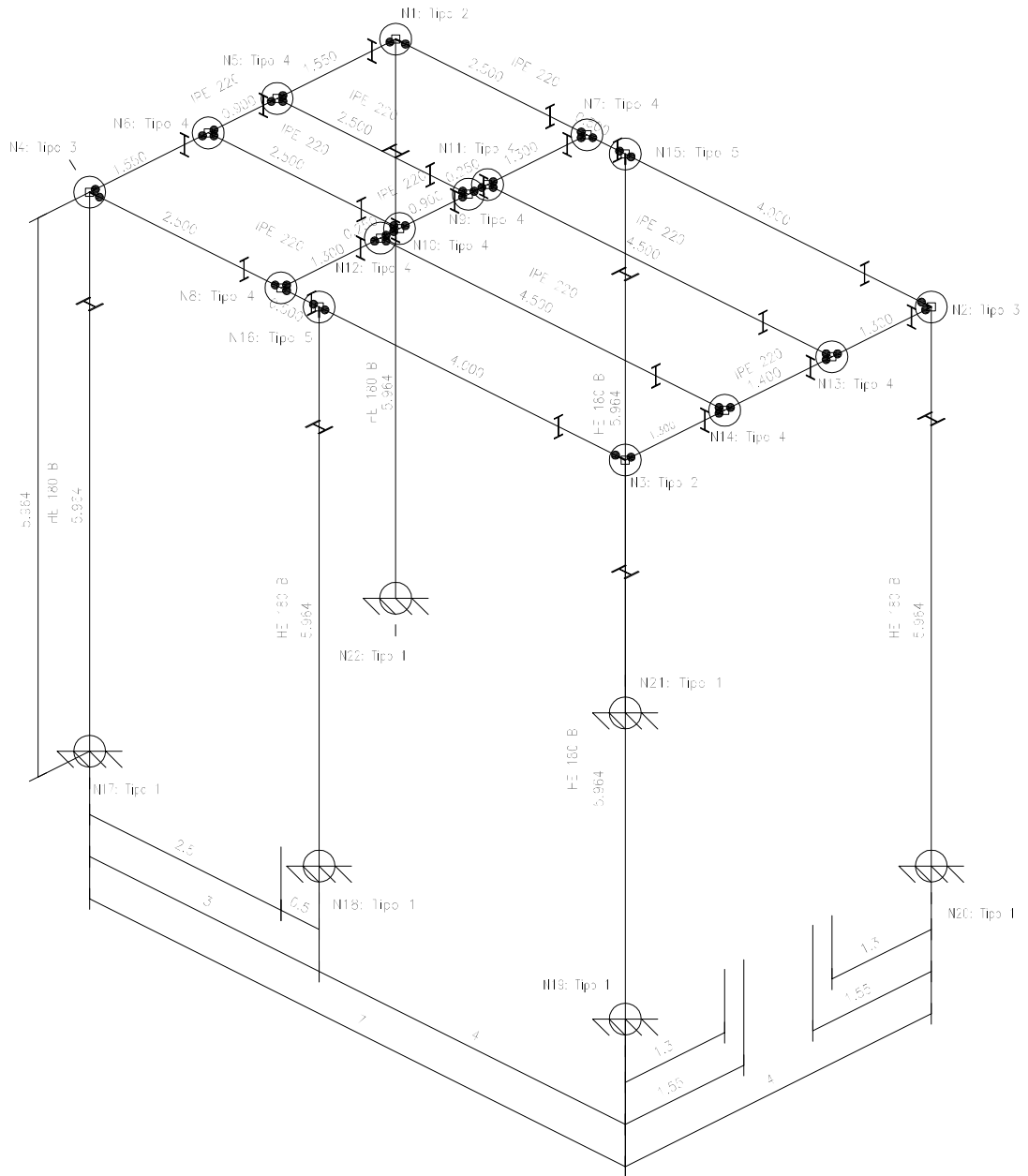


14	1	ANCLAJE GUÍA BASE INFERIOR	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
		 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
ESCALA: 1:10	ANCLAJE GUÍA BASE INFERIOR		Nº P. : 2.1.6.14. Nom.Arch:Anclaje guía base inferior.sldprt 


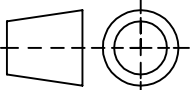


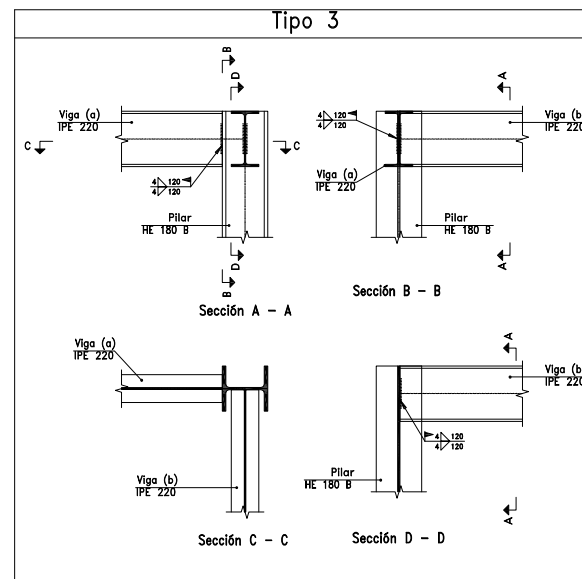
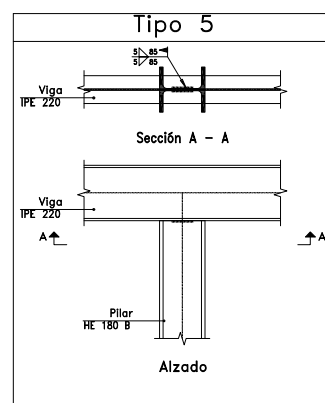
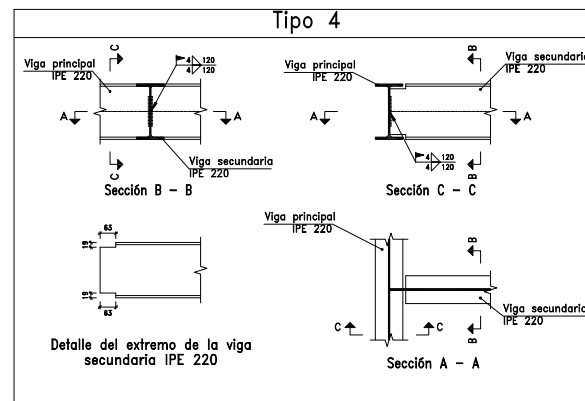
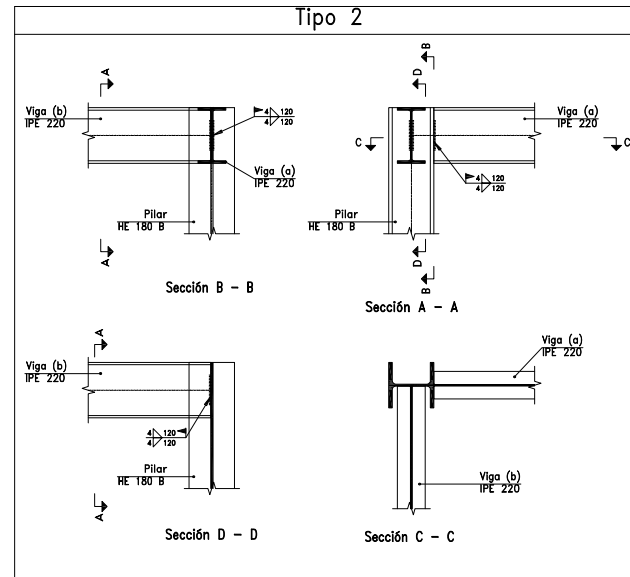
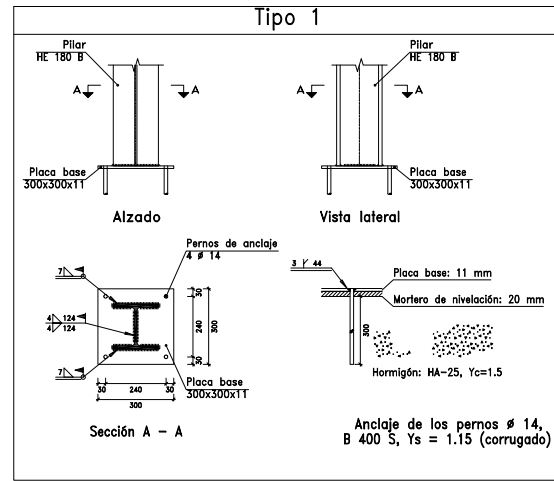
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 50

1	1	SOPORTE SUPERIOR	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
		Fecha	Autores
Dibujado	Ago/2015	I. Hernández Jacinto	 E.S.I.T. Grado en Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado	Sep/2015	A. Hernández Pérez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	SOPORTE SUPERIOR		Nº P. : 2.2.
1:50			Nom.Arch: Soporte superior.sldprt
			



CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA
MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS

	Fecha	Autores	 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
<i>Dibujado</i>	<i>Ago/2015</i>	<i>I. Hernández Jacinto</i>		
<i>Comprobado</i>	<i>Sep/2015</i>	<i>A. Hernández Pérez</i>		
<i>Id. s. normas</i>	<i>UNE-EN-DIN</i>			
ESCALA: S/E	SOPORTE SUPERIOR 3D		Nº P. : 2.2.1.	
			Nom.Arch: 3D soporte superior.dwg	



UNIONES SOLDADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

NORMA:
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

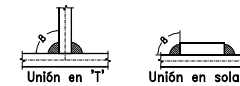
MATERIALES:
- Perfiles (Material base): S275.
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:

- Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
- Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - Si se cumple que $b > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $b < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.

COMPROBACIONES:

- Cordones de soldadura a tope con penetración total:
En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:
Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).
- Cordones de soldadura en ángulo:
Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.



Soldaduras					
f (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)	
4179.4	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	3	1056	
			4	5808	
	En el lugar de montaje	En ángulo		5	340
				7	4218

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	6	300x300x11	46.63
	Pernos de anclaje	24	# 14 - L = 345	10.01
Total				46.63
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)				10.01
Total				10.01

REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA

a[mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A

L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE SOLDADURAS

Referencias:
1: línea de la flecha
2a: línea de referencia (línea continua)
2b: línea de identificación (línea a trazos)
3: símbolo de soldadura
4: indicaciones complementarias
U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chafán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

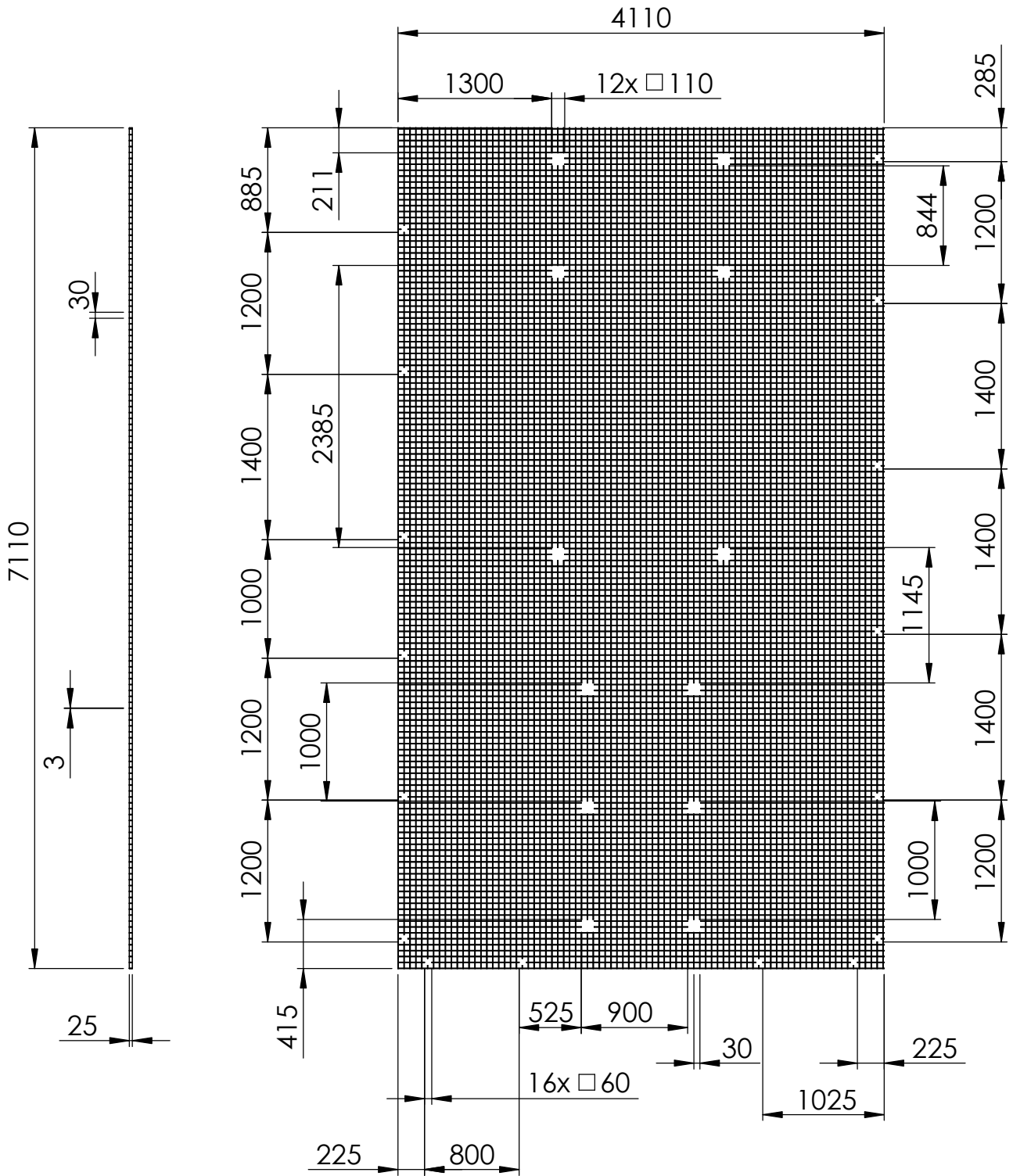
Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

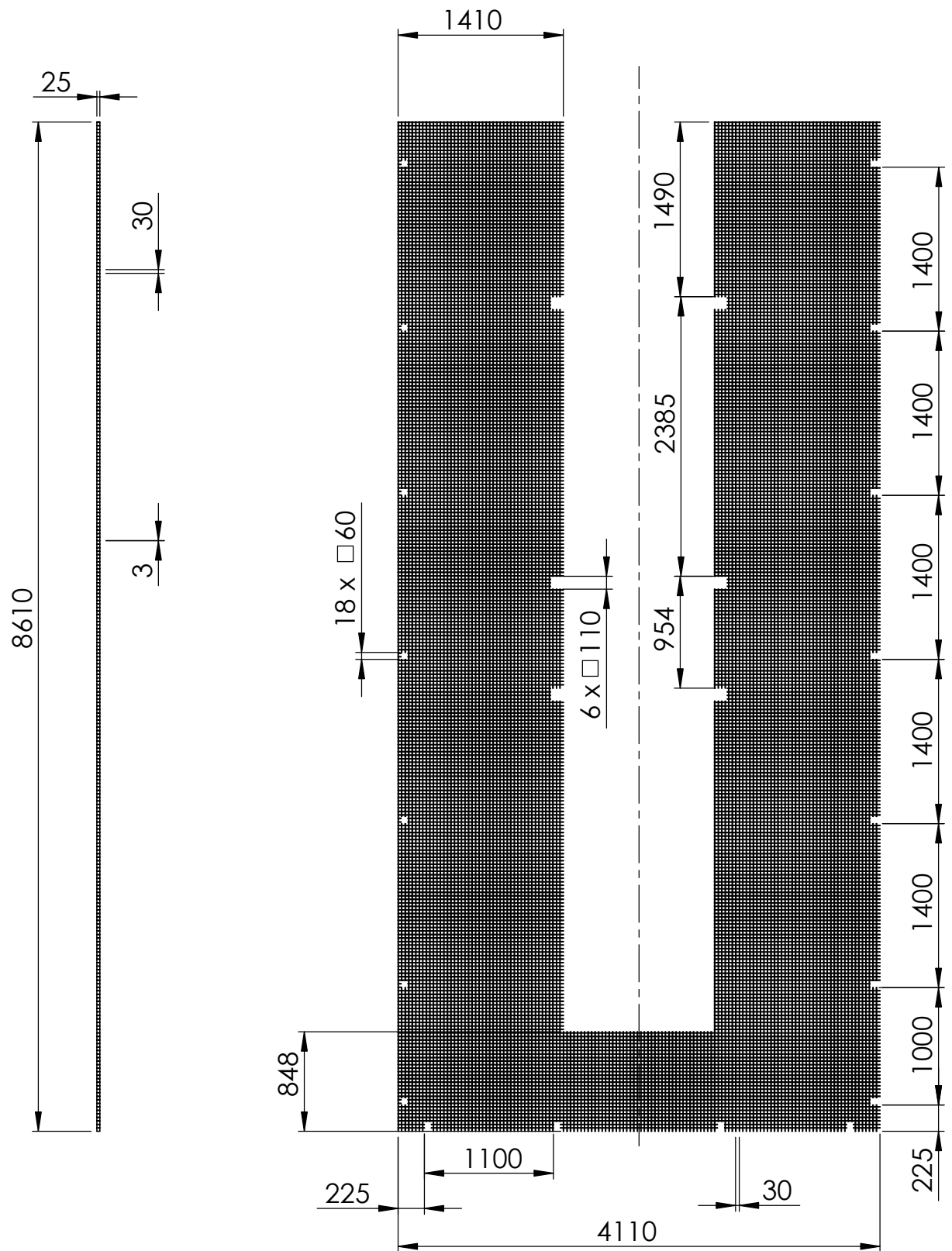
Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
Acero laminado: S275


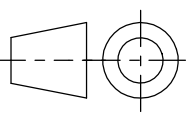
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
Dibujado	Ago/2015	I. Hernández Jacinto	
Comprobado	Sep/2015	A. Hernández Pérez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:30	UNIONES SOPORTE SUPERIOR		Nº P. : 2.2.2. Nom.Arch: Uniones soporte superior.dwg

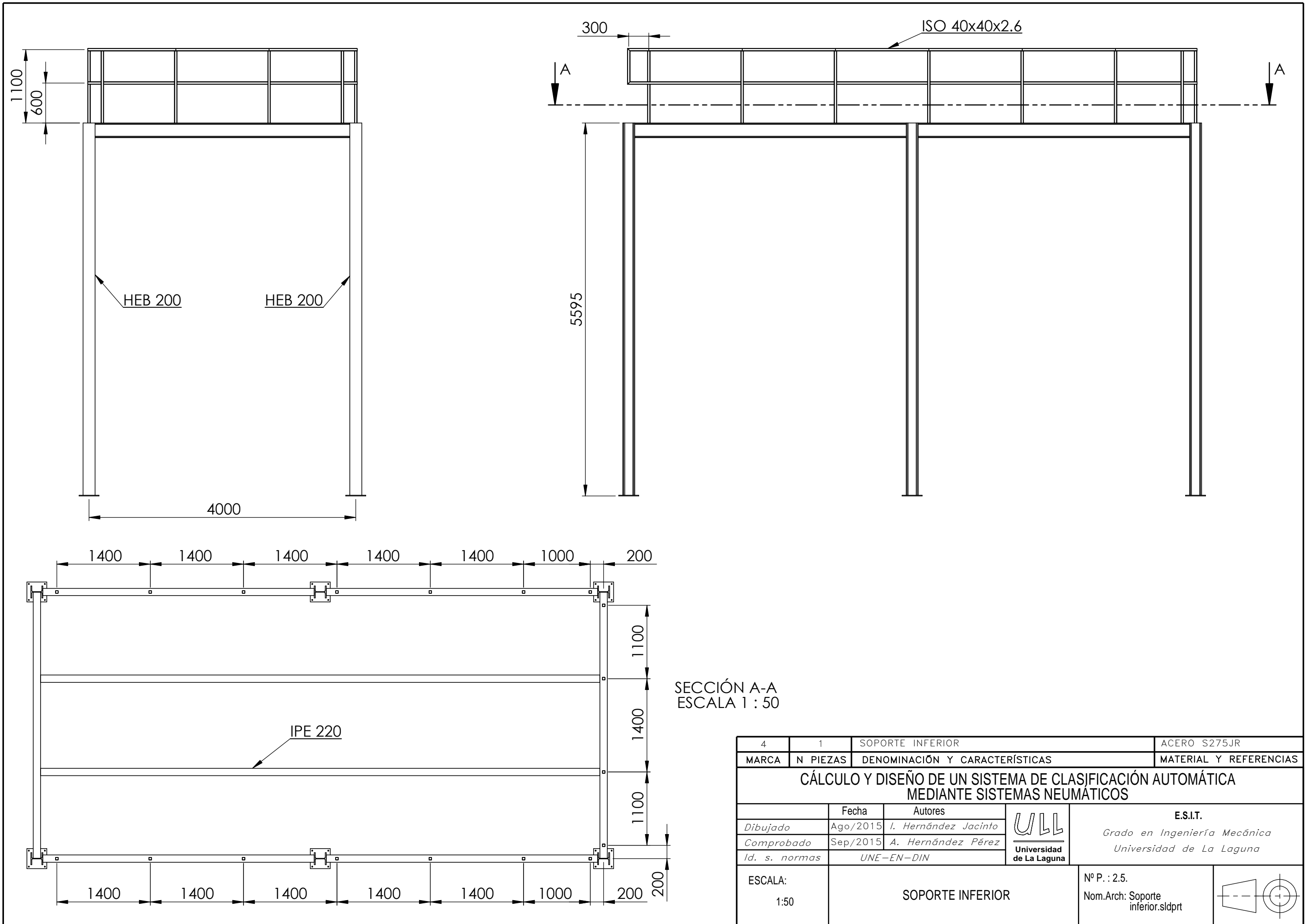
E.S.I.T.
Grado Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna




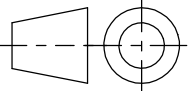
2	1	REJILLA SOPORTE SUPERIOR	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
		 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
ESCALA: 1:50	REJILLA SOPORTE SUPERIOR		Nº P. :23. Nom.Arch: Rejilla soporte superior.sldprt 

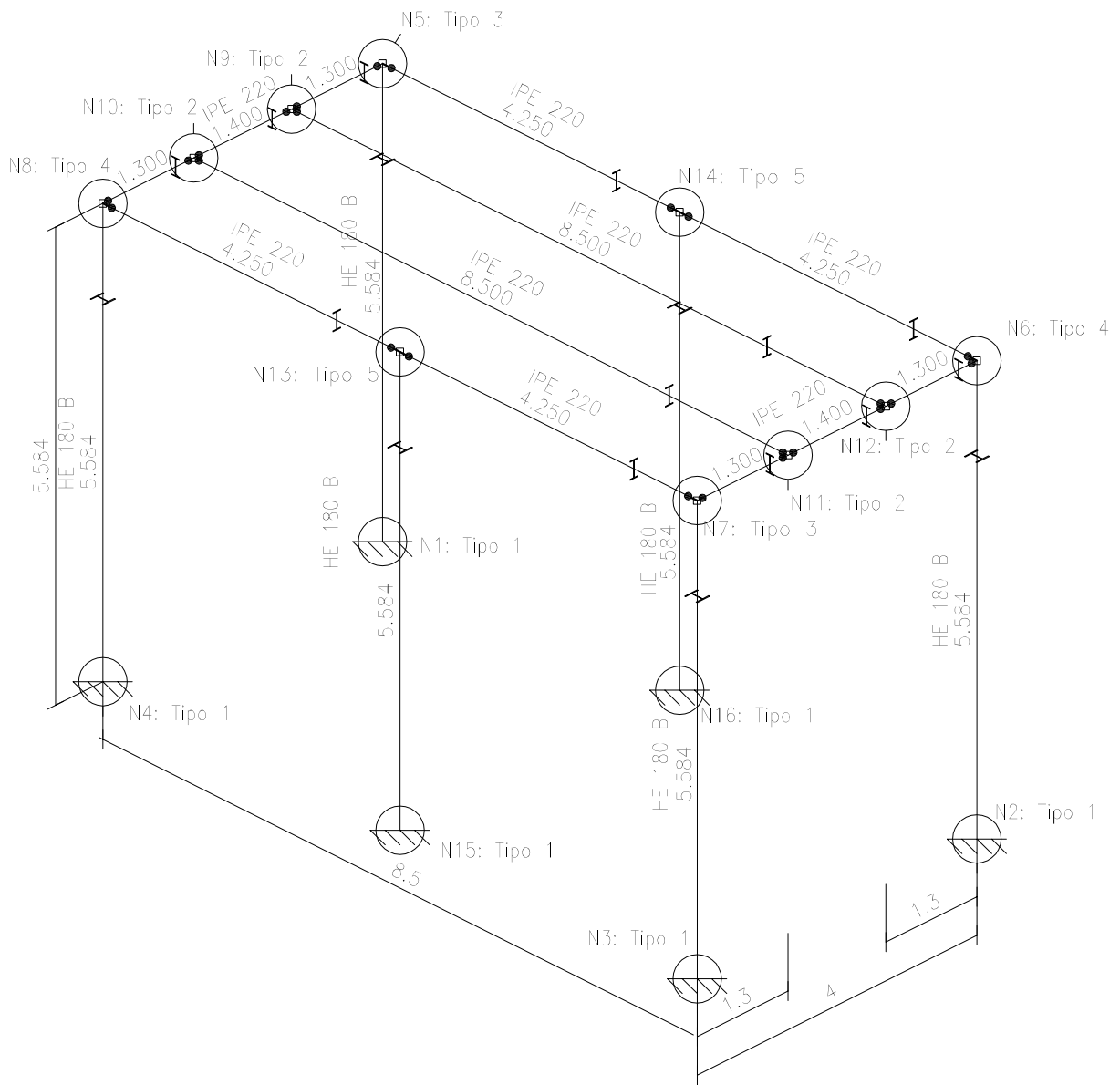


3	1	REJILLA SOPORTE INFERIOR	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
		 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
ESCALA: 1:50	REJILLA SOPORTE INFERIOR		Nº P. : 24. Nom.Arch: Rejilla soporte inferior.sldprt 


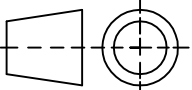


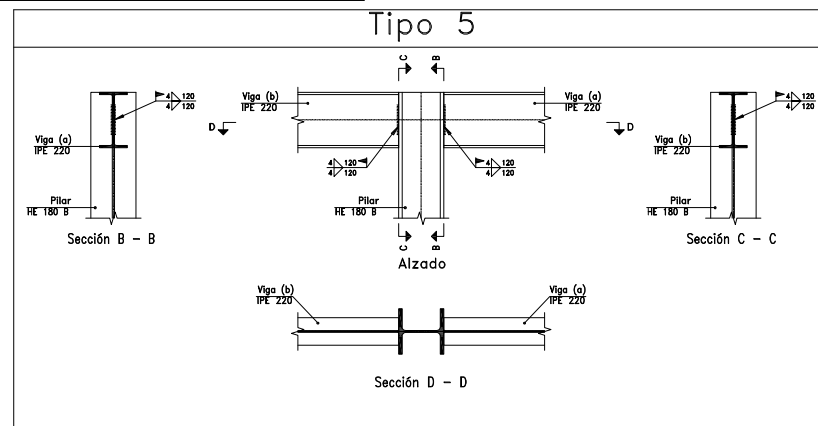
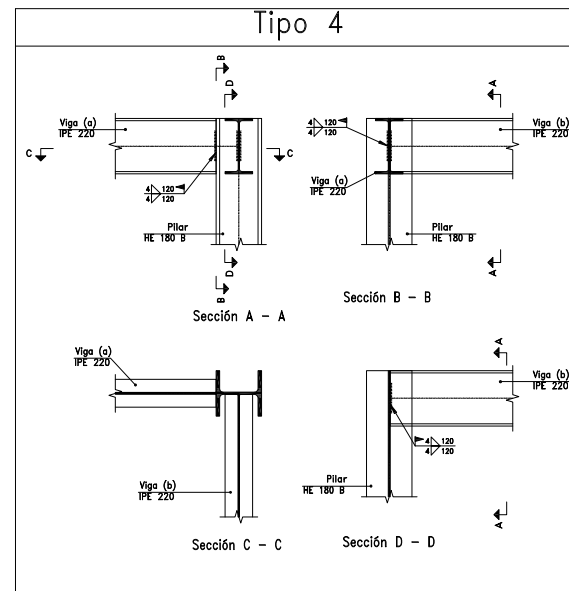
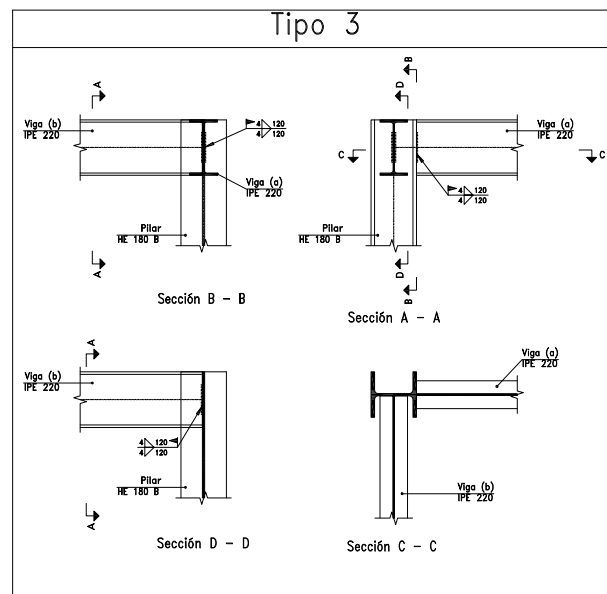
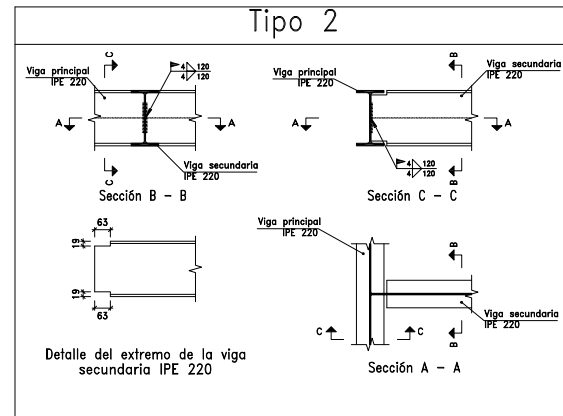
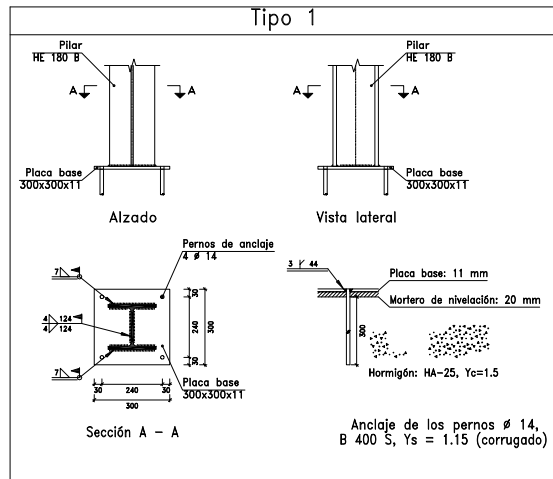
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 50

4	1	SOPORTE INFERIOR	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	 E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	<i>UNE-EN-DIN</i>		
ESCALA: 1:50	SOPORTE INFERIOR		Nº P. : 2.5. Nom.Arch: Soporte inferior.sldprt
			



**CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA
MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS**

	Fecha	Autores		 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
<i>Dibujado</i>	<i>Ago/2015</i>	<i>I. Hernández Jacinto</i>			
<i>Comprobado</i>	<i>Sep/2015</i>	<i>A. Hernández Pérez</i>			
<i>Id. s. normas</i>	<i>UNE-EN-DIN</i>				
ESCALA: S/E	SOPORTE INFERIOR 3D			Nº P.: 2.5.1. Nom.Arch: 3D soporte inferior.dwg	



UNIONES SOLDADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

NORMA:
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

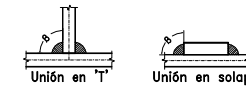
MATERIALES:
- Perfiles (Material base): S275.
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:

- Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
- Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - Si se cumple que $b > 120$ (grados); se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $b < 60$ (grados); se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.

COMPROBACIONES:

- Cordones de soldadura a tope con penetración total:
En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:
Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).
- Cordones de soldadura en ángulo:
Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.



Soldaduras				
f (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	3	1056
	En el lugar de montaje	En ángulo	4 7	5328 4218

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	6	300x300x11	46.63
	Total			
B 400 S, $\gamma_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	24	ϕ 14 - L = 345	10.01
	Total			

REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA

a[mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A

L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE SOLDADURAS

Referencias:
1: línea de la flecha
2a: línea de referencia (línea continua)
2b: línea de identificación (línea a trazos)
3: símbolo de soldadura
4: indicaciones complementarias
U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

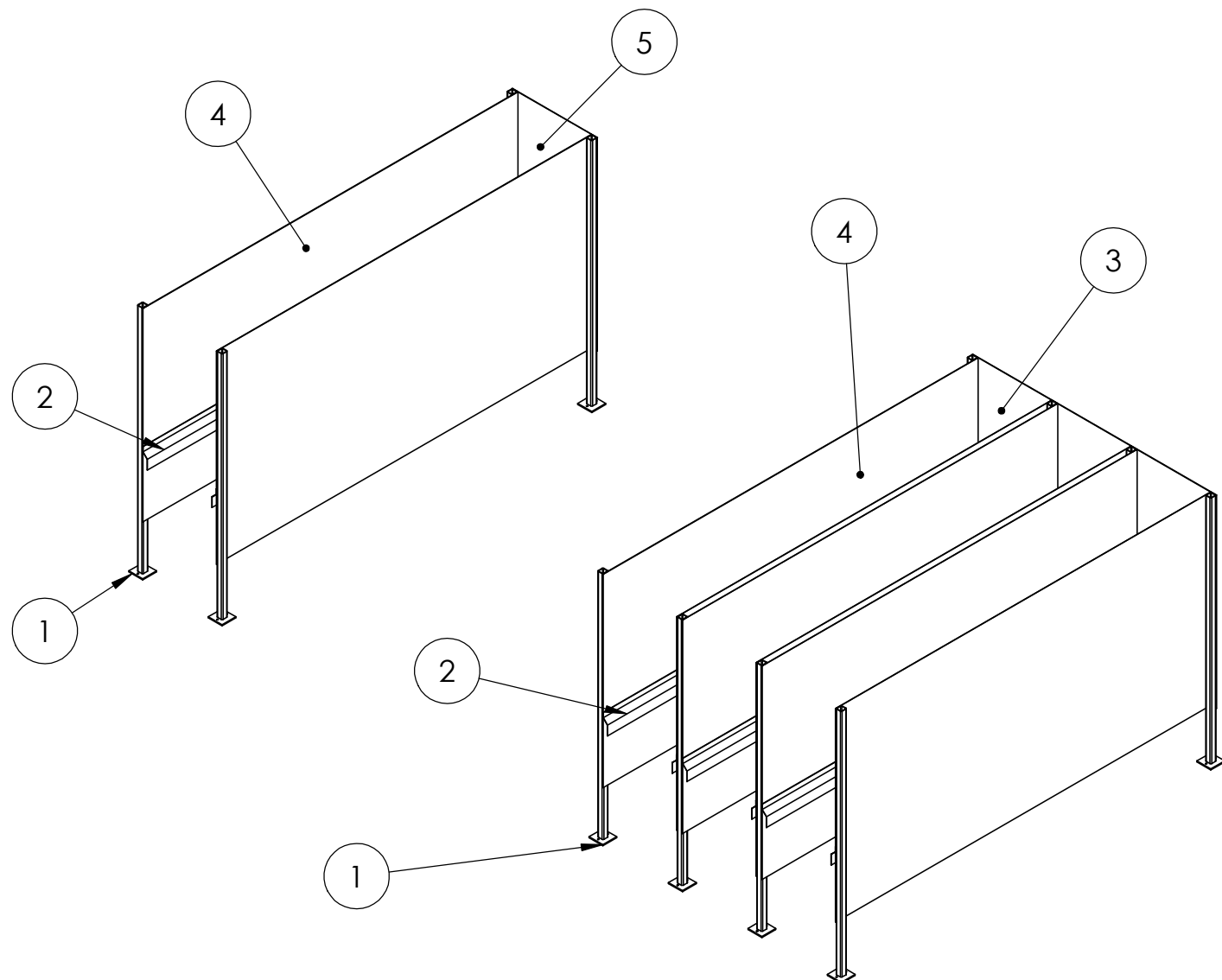
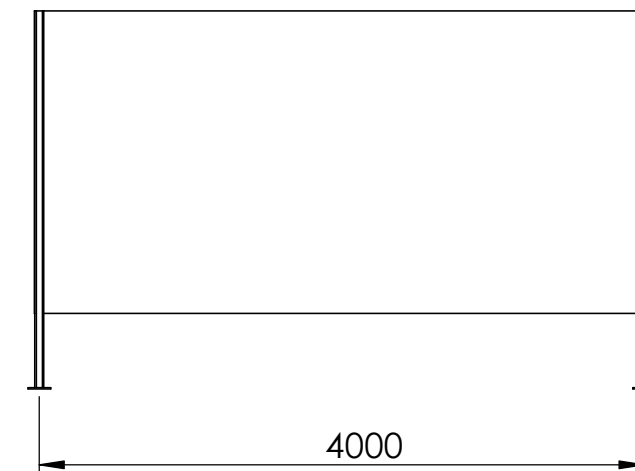
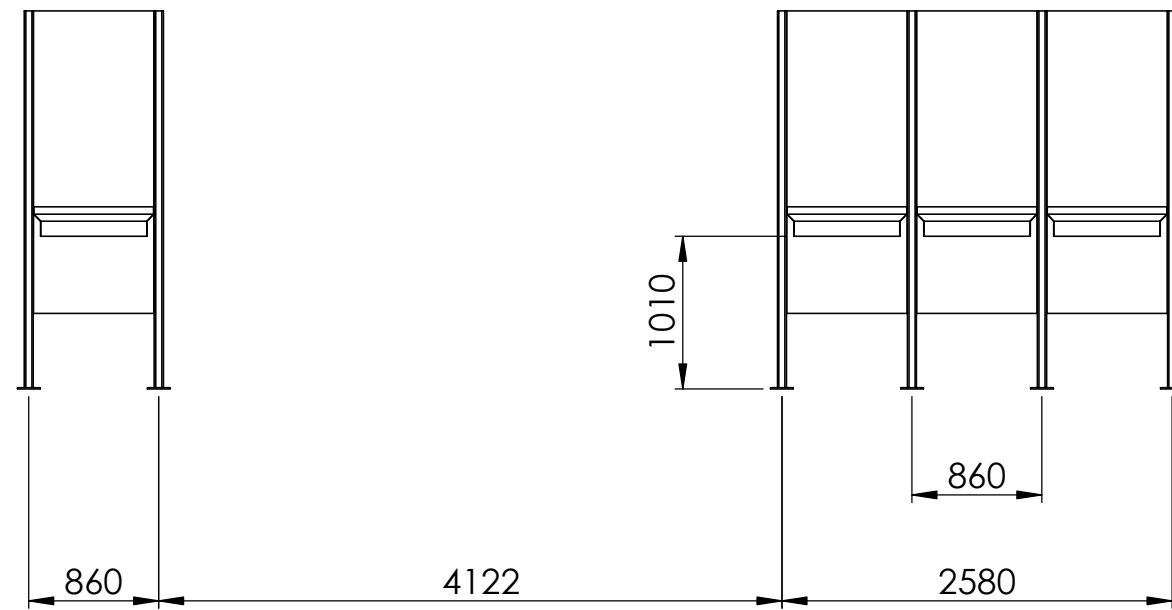
Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaffán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje


Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
Acero laminado: S275

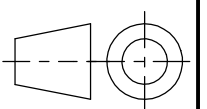
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS				
	Fecha	Autores		 Universidad de La Laguna
Dibujado	Ago/2015	I. Hernández Jacinto		
Comprobado	Sep/2015	A. Hernández Pérez		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
ESCALA: 1:30	UNIONES SOPORTE INFERIOR			E.S.I.T. Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
			Nº P. :2.5.2. Nom.Arch: Uniones soporte inferior.dwg	

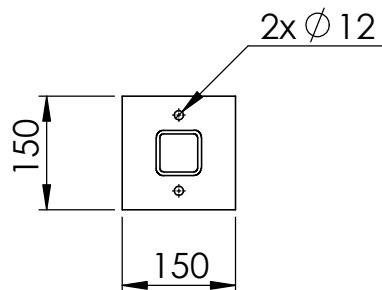
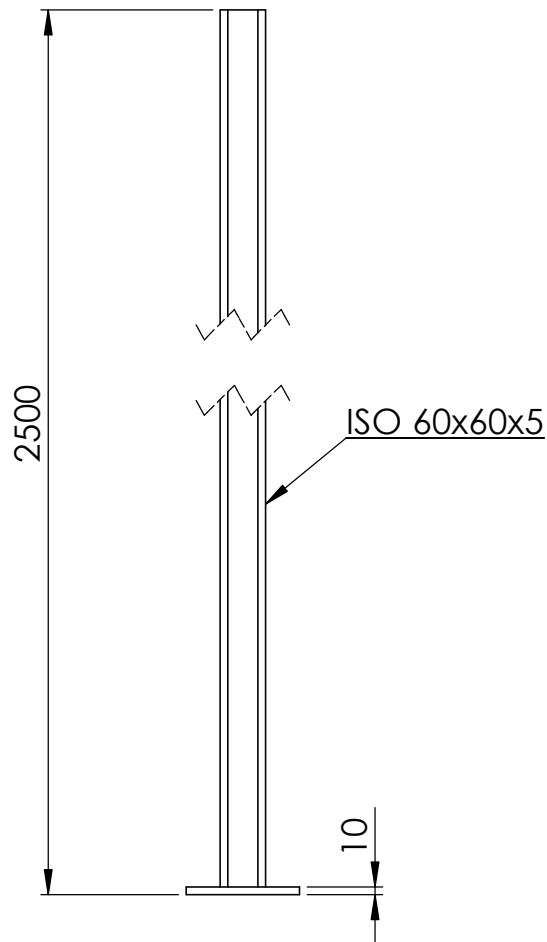


5	1	PANEL TRASERO PRIMERA SELECCIÓN	ACERO S275JR
4	8	PANEL LATERAL	ACERO S275JR
3	1	PANEL TRASERO SEGUNDA SELECCIÓN	ACERO S275JR
2	4	GUÍA CINTAS TRANSPORTADORAS	ACERO S275JR
1	12	PILAR TROJES	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS

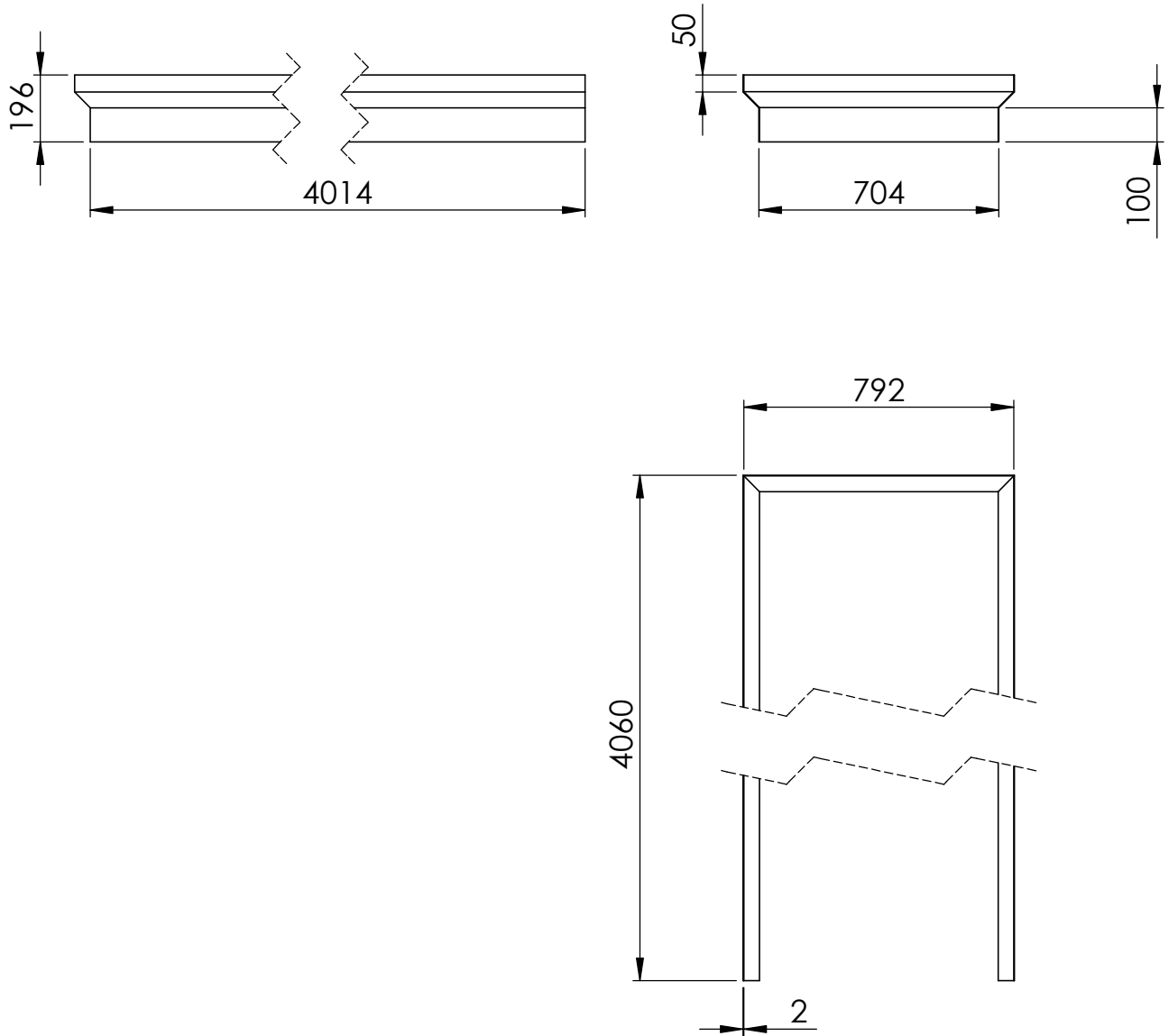
**CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA
MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS**

	Fecha	Autores	 E.S.I.T. Grado en Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Dibujado	Ago/2015	I. Hernández Jacinto	
Comprobado	Sep/2015	A. Hernández Pérez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	TROJES		Nº P. : 2.6.
1:50			Nom.Arch: Trojes.sldasm

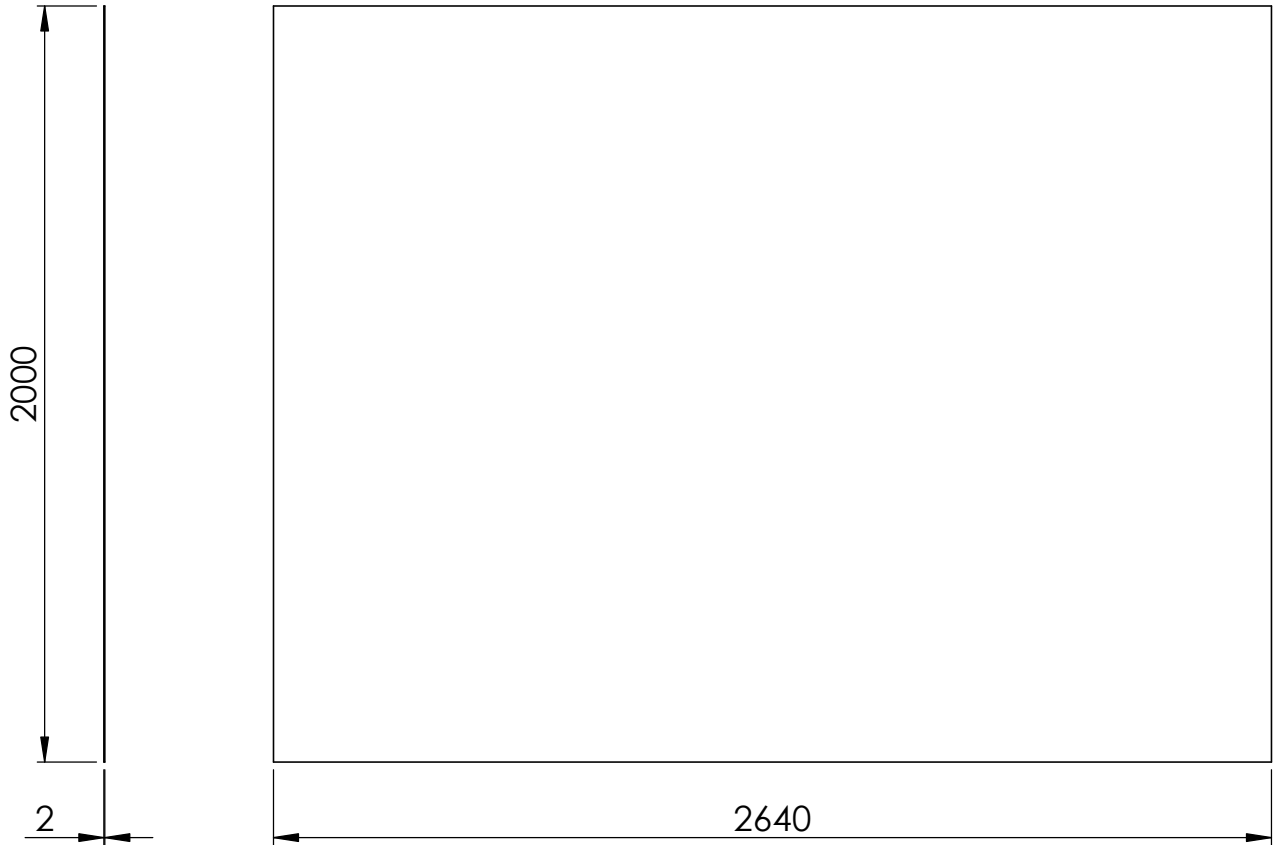




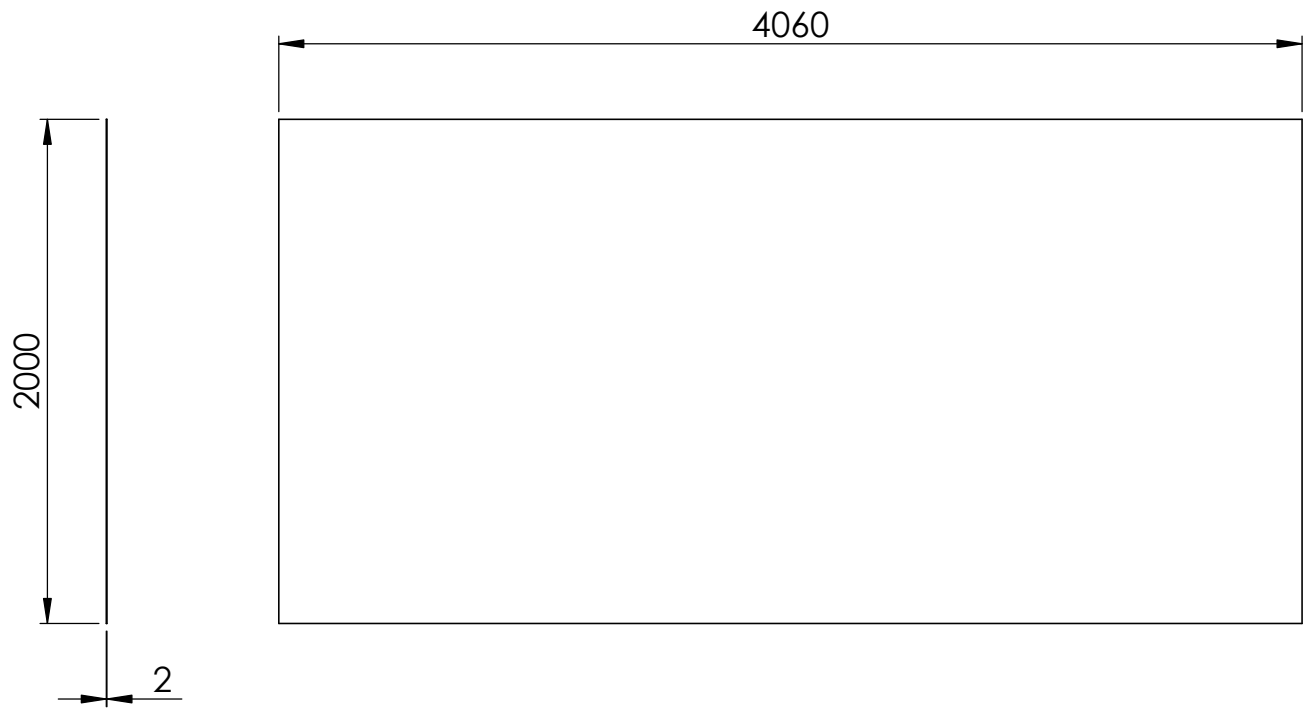
1	1	PILAR TROJES	ACERO S275JR	
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS	
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS				
	Fecha	Autores	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>	
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>		
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>		
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN			
ESCALA: 1:10		PILAR TROJES	Nº P. :2.6.1. Nom.Arch:Pilar trojes.sldprt	


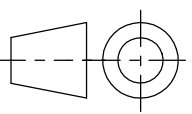


2	1	GUÍAS CINTAS TRANSPORTADORAS	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
		 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna</i>
ESCALA: 1:20	GUÍAS CINTAS TRANSPORTADORAS		Nº P. :2.6.2. Nom.Arch:Guías cintas transportadoras.sldprt 



3	1	PANEL TRASERO SEGUNDA SELECCIÓN	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
			
ESCALA: 1:20	PANEL TRASERO SEGUNDA SELECCIÓN		Nº P. :2.6.3. Nom.Arch: Panel trasero segunda selección.sldprt
			


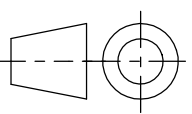


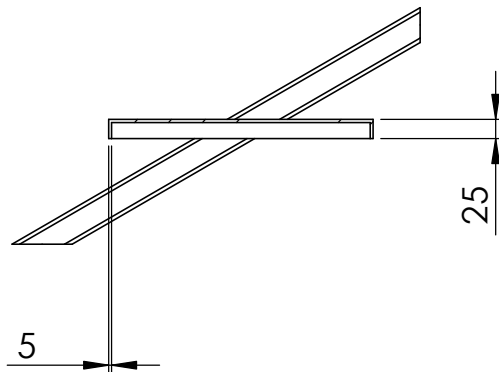
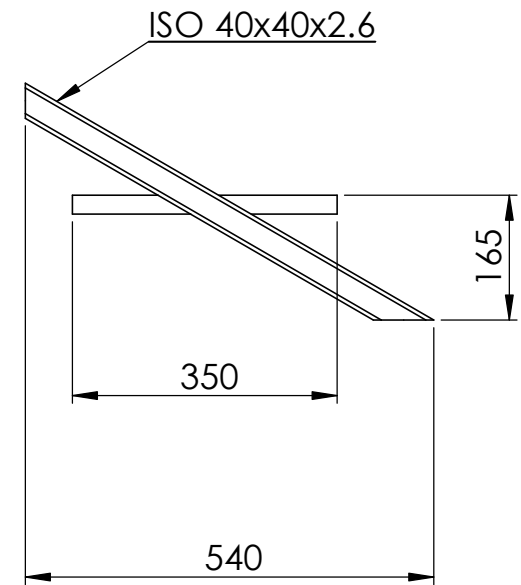
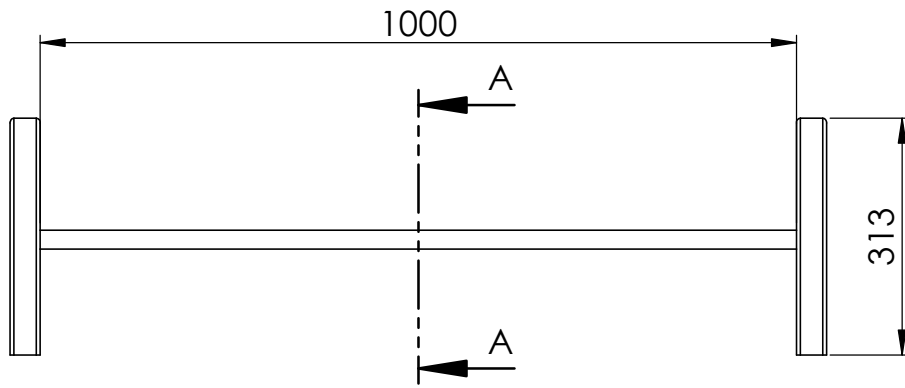
4	1	PANEL LATERAL	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
		 Universidad de La Laguna	
ESCALA: 1:30	PANEL LATERAL		Nº P. :2.6.4. Nom.Arch:Panel lateral.sldprt 

2000


2

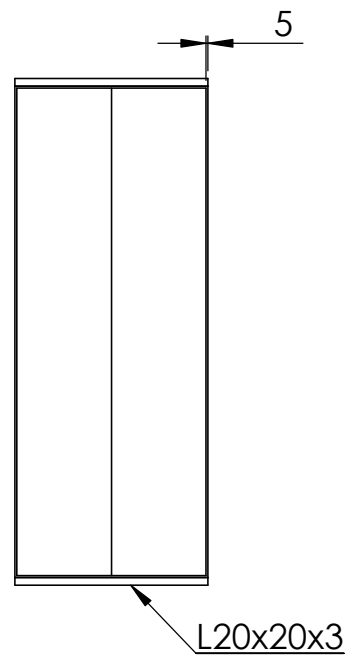
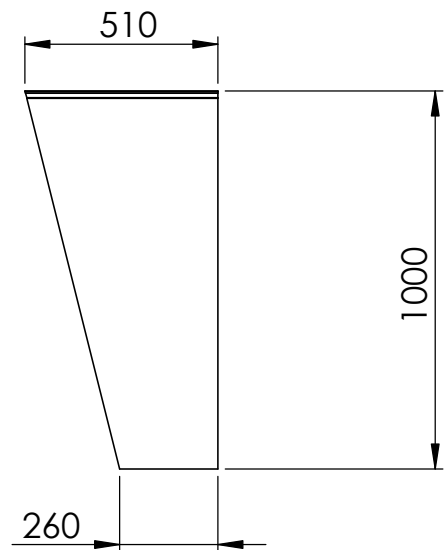
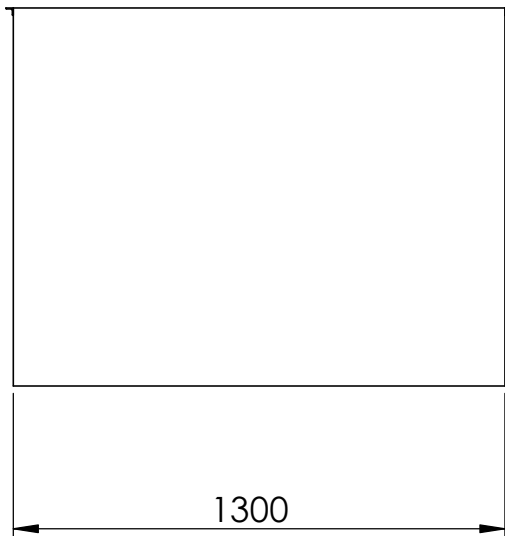
920


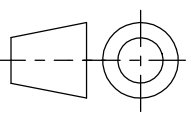
5	1	PANEL TRASERO PRIMERA SELECCIÓN	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
		 Universidad de La Laguna	
ESCALA: 1:10	PANEL TRASERO PRIMERA SELECCIÓN		Nº P. :2.6.5. Nom.Arch: Panel trasero primera selección.sldprt
			

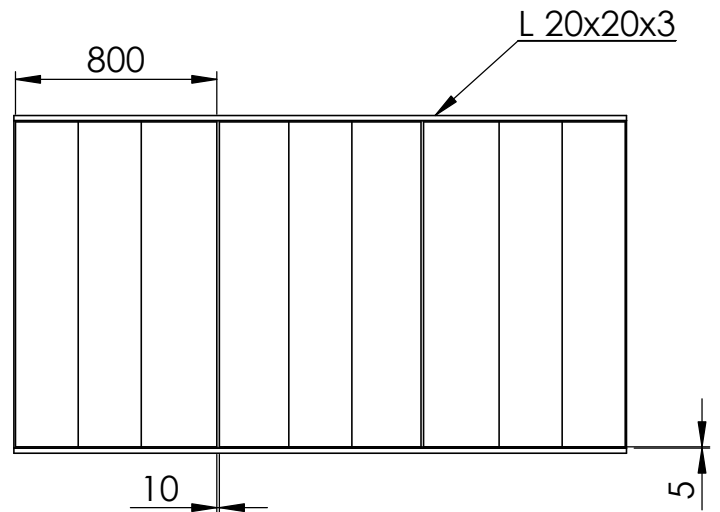
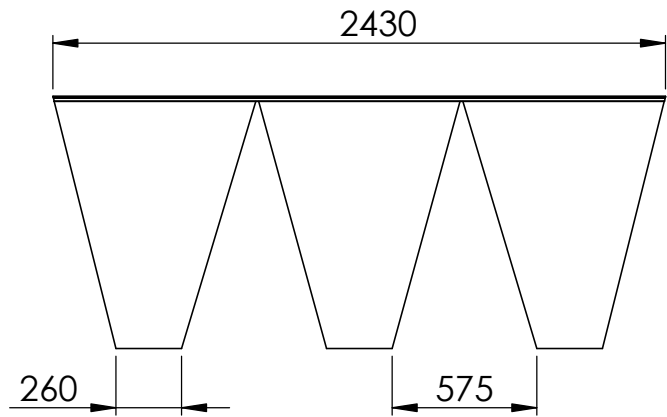
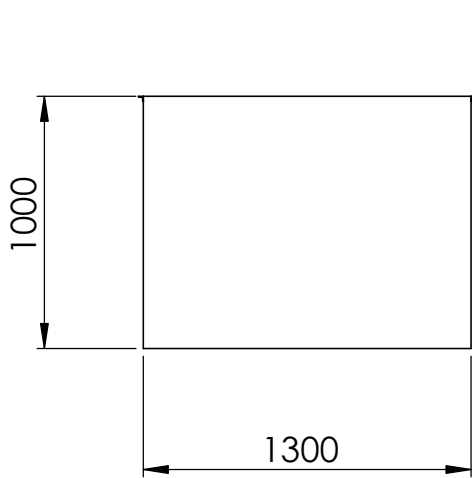



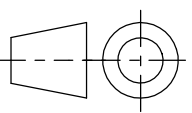
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 10

7	1	ESCALÓN SOPORTES	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
		 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna</i>
ESCALA: 1:10	ESCALÓN SOPORTES		Nº P. :2.7. Nom.Arch:Escalón soportes.sldprt
			



7	1	CONDUCTO PRIMERA SELECCIÓN	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
		 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
ESCALA: 1:20	CONDUCTO PRIMERA SELECCIÓN		Nº P. : 2.8. Nom.Arch: Conducto primera selección.sldprt 



8	1	CONDUCTOS SEGUNDA SELECCIÓN	ACERO S275JR
MARCA	N PIEZAS	DENOMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	MATERIAL Y REFERENCIAS
CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA MEDIANTE SISTEMAS NEUMÁTICOS			
	Fecha	Autores	
<i>Dibujado</i>	Ago/2015	<i>I. Hernández Jacinto</i>	
<i>Comprobado</i>	Sep/2015	<i>A. Hernández Pérez</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
		 Universidad de La Laguna	E.S.I.T. <i>Grado en Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna</i>
ESCALA: 1:30	CONDUCTOS SEGUNDA SELECCIÓN		Nº P. : 2.9. Nom.Arch: Conductos segunda selección.sldprt
			

ULL

Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

PLIEGO DE CONDICIONES

**Diseño y cálculo de un sistema de clasificación
automático mediante sistemas neumáticos**

Titulación: **Grado en Ingeniería Mecánica**

Autores: **Iván Hernández Jacinto y Arístides Hernández Pérez**

Tutor: **Alejandro Félix Molowny López-Peñalver**

Septiembre 2015

ÍNDICE

1. CONDICIONES GENERALES LEGALES.....	1
1.1. Objeto del pliego.....	1
1.2. Arbitrio y jurisdicción.....	1
1.2.1. Formalización del contrato.....	1
1.2.2. Arbitraje obligatorio.....	1
1.2.3. Jurisdicción competente	2
1.3. Responsabilidades legales del contratista.....	2
1.3.1. Medidas preparatorias	2
1.3.2. Responsabilidad en la ejecución de las obras	2
1.3.3. Legislación social.....	2
1.3.4. Medidas de seguridad.....	3
1.3.5. Permisos y licencias	3
1.3.6. Daños a terceros	4
1.3.7. Seguro de la obra.....	4
1.4. Subcontratas.....	5

1.5. Causas de rescisión del contrato.....	5
2. CONDICIONES FACULTATIVAS	7
2.1. Delimitación general de funciones técnicas	7
2.1.1. El Ingeniero Director	7
2.1.2. El Ingeniero Técnico.....	7
2.1.3. El Constructor.....	8
2.2. Obligaciones y derechos generales del constructor.....	10
2.2.1. Verificación de los documentos del proyecto.....	10
2.2.2. Plan de Seguridad e Higiene.....	10
2.2.3. Oficina en la obra.....	10
2.2.4. Presencia del constructor en la obra	11
2.2.5. Trabajos no estipulados expresamente	12
2.2.6. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto	12
2.2.7. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.....	13
2.2.8. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero.....	13

2.2.9. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa	13
2.2.10. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero	14
2.2.11. Faltas de personal	14
2.3. Prescripciones generales relativas a los trabajos y a los materiales.....	14
2.3.1. Caminos y accesos	14
2.3.2. Replanteo.....	15
2.3.3. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos	15
2.3.4. Orden de los trabajos.....	15
2.3.5. Facilidades para otros contratistas	16
2.3.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....	16
2.3.7. Prórroga por causa de fuerza mayor.....	16
2.3.8. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....	17
2.3.9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos	17
2.3.10. Obras ocultas	17
2.3.11. Trabajos defectuosos	17
2.3.12. Vicios ocultos.....	18

2.3.13. De los materiales y los aparatos. Su procedencia	18
2.3.14. Presentación de muestras	18
2.3.15. Materiales no utilizables	19
2.3.16. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos	19
2.3.17. Limpieza de las obras	19
2.3.18. Obras sin prescripciones	19
2.4. De las recepciones de edificios y obras ajenas. De las recepciones provisionales	20
2.4.1. Recepción provisional	20
2.4.2. Documentación final de la obra	21
2.4.3. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra.....	21
2.4.4. Plazo de garantía.....	21
2.4.5. Conservación de las obras recibidas provisionalmente	22
2.4.6. De la recepción definitiva.....	22
2.4.7. Prórroga del plazo de garantía	22
2.4.8. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	22
2.5. De las condiciones de seguridad y salud	23

2.5.1. Coordinador de seguridad y salud.....	23
2.5.2. Libro de Incidencias	24
2.5.3. Delegado Prevención - Comité de Seguridad y Salud	24
2.5.4. Obligaciones de las partes	25
2.5.5. Coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución	26
2.5.6. Trabajadores	26
3. CONDICIONES ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS	29
3.1. Principio general	29
3.2. Fianzas	29
3.2.1. Fianza provisional	29
3.2.2. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza	30
3.2.3. De su devolución en general	30
3.2.4. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.....	30
3.3. De los precios.....	30
3.3.1. Composición de los precios unitarios.	30
3.3.2. Precio de contrata. Importe de contrata.....	32

3.3.3. Precios contradictorios.....	32
3.3.4. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas	33
3.3.5. De la revisión de los precios contratados	33
3.3.6. Acopio de materiales	34
3.4. De la valoración y abonos de los trabajos	34
3.4.1. Formas varias de abono de las obras	34
3.4.2. Relaciones valoradas y certificaciones	35
3.4.3. Mejoras de obras libremente ejecutadas	36
3.4.4. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada	37
3.4.5. Pagos.....	37
3.4.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.....	38
3.5. De las indemnizaciones mutuas	38
3.5.1. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras	38
3.5.2. Demora de los pagos.....	39
3.6. Varios	39

3.6.1. Seguro de las obras.....	39
3.6.2. Conservación de la obra	40
4. CONDICIONES TÉCNICAS.....	41
4.1. Condiciones generales	41
4.1.1. Calidad de los materiales	41
4.1.2. Pruebas y ensayos de materiales	41
4.1.3. Materiales no consignados en proyecto	41
4.1.4. Condiciones generales de ejecución.....	41
4.2. Estructura metálica	42
4.2.1. Objeto.....	42
4.2.2. Materiales	42
4.2.3. Montaje	43
4.2.4. Montaje de escaleras. Ejecución de uniones atornilladas.	44
4.2.5. Mano de obra de soldadura	44
4.2.6. Organización de los trabajos	44
4.2.7. Manipulación del material.....	45

4.2.8. Ejecución de uniones soldadas	45
4.2.9. Inspección de soldaduras	46
4.2.10. Pinturas	47
4.3. Instalación eléctrica.....	47
4.3.1. Objeto	47
4.3.2. Materiales	48
4.3.3. Canalizaciones eléctricas	48
4.3.4. Conductores aislados bajo tubos protectores.....	48
4.3.5. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes	58
4.3.6. Conductores aislados enterrados.....	59
4.3.7. Conductores aislados directamente empotrados en estructuras.....	59
4.3.8. Conductores aislados en el interior de la construcción.....	59
4.3.9. Conductores aislados bajo canales protectoras.....	60
4.3.10. Conductores aislados bajo molduras	62
4.3.11. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas	63
4.3.12. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas.....	64

4.3.13. Accesibilidad a las instalaciones	65
4.3.14. Conductores.....	65
4.3.15. Identificación de las instalaciones.....	68
4.3.16. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....	68
4.4. Cajas de empalme	69
4.4.1. Mecanismos y tomas de corriente	70
4.4.2. Aparata de mando y protección.....	71
4.4.3. Puestas a tierra.....	77
4.4.4. Uniones a tierra	78
4.4.5. Inspecciones y pruebas en fábrica.....	81
4.4.6. Control.....	82
4.4.7. Seguridad.....	83
4.4.8. Limpieza.....	84
4.4.9. Mantenimiento	84
4.4.10. Criterios de medición	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tubos en canalizaciones fijas en superficie.....	50
Tabla 2. Tubos en empotrados en obras de fábrica	51
Tabla 3. Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas	52
Tabla 4. Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire	53
Tabla 5. Tubos en canalizaciones enterradas	54
Tabla 6. Características mínimas para instalaciones superficiales ordinarias	61
Tabla 7. Resistencia del aislamiento	69
Tabla 8. Sección mínima para los conductores a tierra.....	79
Tabla 9. Sección mínima de los conductores de protección	81

1. CONDICIONES GENERALES LEGALES

1.1. Objeto del pliego

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

1.2. Arbitrio y jurisdicción

1.2.1. Formalización del contrato

Los Contratos se formalizarán mediante documentos privados, que podrán elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. Este documento contendrá una cláusula en la que se expresa terminantemente que el Contratista se obliga al cumplimiento exacto del Contrato, conforme a lo previsto en el Pliego General de Condiciones. El Contratista antes de firmar la escritura habrá firmado también su conformidad al pie del Pliego de Condiciones Particulares que ha de regir la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

Serán de cuenta del Adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne la contrata.

1.2.2. Arbitraje obligatorio

Ambas partes se comprometen a someterse en sus diferencias al arbitraje de amigables componedores, designados uno de ellos por el Propietario, otro por la contrata y tres Ingenieros por el C.O. correspondiente, uno de los cuales será forzosamente el Director de Obra.

1.2.3. Jurisdicción competente

En caso de no haberse llegado a un acuerdo por el anterior procedimiento, ambas partes son obligadas a someterse a la discusión de todas las cuestiones que pueden surgir como derivadas de su Contrato, a las autoridades y tribunales administrativos, con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese enclavada la obra.

1.3. Responsabilidades legales del contratista

1.3.1. Medidas preparatorias

Antes de comenzar las obras el Contratista tiene la obligación de verificar los documentos y de volver a tomar sobre el terreno todas las medidas y datos que le sean necesarios. Caso de no haber indicado al Director de obra en tiempo útil, los errores que pudieran contener dichos documentos, el Contratista acepta todas las responsabilidades.

1.3.2. Responsabilidad en la ejecución de las obras

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que la Dirección Facultativa haya examinado o reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas las liquidaciones parciales.

1.3.3. Legislación social

Habrà de tenerse en cuenta por parte del Contratista la Reglamentaci3n de Trabajo, asì como las demàs disposiciones que regulan las relaciones entre patronos y obreros, contrataci3n del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, los Accidentes de Trabajo, Seguridad e Higiene en el Trabajo y demàs con caràcter social urgentes durante la ejecuci3n de las obras. El Contratista ha de cumplir lo reglamentado sobre seguridad e higiene en el trabajo, asì como la legislaci3n actual en el momento de ejecuci3n de las obras en relaci3n sobre protecci3n a la industria nacional y fomento del consumo de artìculos nacionales.

1.3.4. Medidas de seguridad

En caso de accidentes ocurridos a los operarios con motivo de ejercicios en los trabajos para la ejecuci3n de las obras, el Contratista se atenderà a lo dispuesto a estos respectos vigentes en la legislaci3n, siendo en todo caso ùnico responsable de su incumplimiento y sin que por ningùn concepto pueda quedar afectada la Propiedad, por responsabilidad en cualquier aspecto.

De los accidentes y perjuicios de todo gènero que por cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudiera recaer o sobrevenir, serà este el ùnico responsable, o sus representantes en la obra, ya se considera que los precios contratados estàn incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente, dichas disposiciones legales, serà preceptivo que el tabl3n de anuncios de la obra presente artìculos del Pliego de Condiciones Generales de ìndole general, sometido previamente a la firma de la Direcci3n Facultativa.

El Contratista està obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes perpetùen para evitar en lo posible accidentes a los obreros y a los andantes no s3lo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

Se exigiràn con especial atenci3n la observaci3n de lo regulado por la ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

1.3.5. Permisos y licencias

El adjudicatario estará obligado a tener todos los permisos y licencias, para la ejecución de las obras y posterior puesta en servicio y deberá abonar todas las cargas, tasas e impuestos derivados de la obtención de dichos permisos.

1.3.6. Daños a terceros

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobreviniese en la edificación donde se efectúan las obras.

Como en las contiguas será, por tanto, de sus cuentas el abono de las indemnizaciones a quien corresponde y cuando ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir cuando a ello fuese requerido, el justificante de tal cumplimiento.

1.3.7. Seguro de la obra

Deberá contarse con Seguros de Responsabilidad Civil y de otros Riesgos que cubran tanto los daños causados a terceras personas por accidentes imputables a las mismas o a las personas de las que deben responder, como los daños propios de su actividad como Constructoras.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva, la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la sociedad aseguradora se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a él, se abone la obra que se construye y a medida que esta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones como el resto de los trabajos.

En las obras de reparación o reforma, se fijará la porción de la obra que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se previene, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte de la obra afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza de seguros, las pondrá el Contratista antes de contratadas, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

1.4. Subcontratas

El Contratista puede subcontratar una parte o la totalidad de la obra a otra u otras empresas, administradores, constructores, instaladores, etc. no eximiéndose por ello de su responsabilidad con la Propiedad.

El Contratista será el único responsable de la totalidad de la obra tanto desde el punto de vista legal como económico, reconociéndose como el único interlocutor válido para la Dirección Técnica.

1.5. Causas de rescisión del contrato

Se consideran causas suficientes de rescisión de Contrato las que a continuación se señalan:

- La muerte o incapacidad del Contratista
- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndico se ofrecieran a llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que este último caso tenga derecho a indemnización alguna.

Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

- La modificación del Proyecto en forma tal, que representan alteraciones fundamentales del mismo a juicio de la Dirección Facultativa y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, representen más o menos un 25 % como mínimo del importe de aquel.
- La modificación de las unidades de obra siempre que estas modificaciones representen variaciones, más o menos del 40 % como mínimo de alguna de las unidades que figuren en las modificaciones del Proyecto, o más de un 50 % de unidades del Proyecto modificadas.
- La suspensión de la obra comenzada y en todo caso siempre que por causas ajenas a la contrata no se dé comienzo de la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de la obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
- El no dar comienzo de la contrata a los trabajos dentro de los plazos señalados en las condiciones particulares del Proyecto.
- Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras. La mala fe de la ejecución de los trabajos.
- El abonado de la obra sin causa justificada.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a ésta.

Quedará rescindido el contrato por incumplimiento del contratista de las condiciones estipuladas en este Pliego perdiendo en este caso la fianza, y quedando sin derecho a reclamación alguna.

2. CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1. Delimitación general de funciones técnicas

2.1.1. El Ingeniero Director

Corresponde al Ingeniero Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.
- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de recepción.

2.1.2. El Ingeniero Técnico

Corresponde al Ingeniero Técnico:

- Redactar el documento de estudios y análisis del Proyecto.
- Planificar, a la vista del proyecto de ingeniería, del contrato y de la normativa técnica de aplicación el control de calidad y económico de las obras.

- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad e Higiene para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Ingeniero y del Constructor.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de Seguridad e Higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda dando cuenta al Ingeniero.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir, en unión del Ingeniero, el certificado final de la obra.

2.1.3. El Constructor

Corresponde al Constructor:

- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad e higiene en el trabajo, en concordancia con las previstas en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo aprobada por O.M. 09/03/1971, y Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre.
- Suscribir con el Ingeniero el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Ingeniero con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.

- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- Deberá tener siempre en la obra un número proporcionado de obreros a la extensión de los trabajos que se estén ejecutando.

2.2. Obligaciones y derechos generales del constructor

2.2.1. Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

2.2.2. Plan de Seguridad e Higiene

El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

2.2.3. Oficina en la obra

El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Ingeniero.

- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La Documentación de los seguros mencionados anteriormente.
- Dispondrá además el Constructor de una oficina para la Dirección Facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

2.2.4. Presencia del constructor en la obra

El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata. Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole Facultativa", el delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de Condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido. El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Ingeniero, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.2.5. Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

2.2.6. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliego de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará

al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Ingeniero. Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor podrá requerir del Ingeniero o del Ingeniero Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

2.2.7. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Ingeniero, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

2.2.8. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero

El Constructor no podrá recusar a los Ingenieros o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones. Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

2.2.9. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Ingeniero, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los

Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

2.2.10. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero

El Constructor no podrá recusar a los Ingenieros o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones. Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

2.2.11. Faltas de personal

El Ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

2.3. Prescripciones generales relativas a los trabajos y a los materiales

2.3.1. Caminos y accesos

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Ingeniero podrá exigir su modificación o mejora.

Así mismo el Constructor se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

2.3.2. Replanteo

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Ingeniero y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

2.3.3. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

2.3.4. Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

2.3.5. Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

2.3.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

2.3.7. Prórroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

2.3.8. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

2.3.9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Ingeniero al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias.

2.3.10. Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Ingeniero; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

2.3.11. Trabajos defectuosos

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica "del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Ingeniero, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones

parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta. Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

2.3.12. Vicios ocultos

Si el Ingeniero tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente.

2.3.13. De los materiales y los aparatos. Su procedencia

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.3.14. Presentación de muestras

A petición del Ingeniero, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

2.3.15. Materiales no utilizables

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero.

2.3.16. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

2.3.17. Limpieza de las obras

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

2.3.18. Obras sin prescripciones

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

2.4. De las recepciones de edificios y obras ajenas. De las recepciones provisionales

2.4.1. Recepción provisional

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Ingeniero a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de Recepción Provisional. Esta se realizará con la intervención de un Técnico designado por la Propiedad, del Constructor y del Ingeniero. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas. Practicando un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos.

Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se dará al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza. Al realizarse la Recepción Provisional de las obras, deberá presentar el Contratista las pertinentes autorizaciones de los Organismos Oficiales de la Provincia, para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requiera.

No se efectuará esa Recepción Provisional, ni como es lógico la Definitiva, si no se cumple este requisito.

2.4.2. Documentación final de la obra

El Ingeniero Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

2.4.3. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

2.4.4. Plazo de garantía

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Una vez aprobada la Recepción y Liquidación

Definitiva de las obras, la Administración tomará acuerdo respecto a la fianza depositada por el Contratista.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

2.4.5. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas, correrán a cargo del Contratista. Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador de la obra, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

2.4.6. De la recepción definitiva

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

2.4.7. Prórroga del plazo de garantía

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero Director marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

2.4.8. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos con anterioridad.

Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se efectuará una sola recepción definitiva.

2.5. De las condiciones de seguridad y salud

2.5.1. Coordinador de seguridad y salud

El Contratista o constructor principal se someterá al criterio y juicio de la Dirección Facultativa o de la Coordinación de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras.

El Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras será el responsable del seguimiento y cumplimiento del Plan de Seguridad, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1627/97, siendo su actuación independiente de la Dirección Facultativa propia de la obra, pudiendo recaer no obstante ambas funciones en un mismo Técnico.

A dicho Técnico le corresponderá realizar la interpretación técnica y económica del Plan de Seguridad, así como establecer las medidas necesarias para su desarrollo, (las adaptaciones, detalles complementarios y modificaciones precisas).

Cualquier alteración o modificación de lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud, sin previa autorización escrita de la Dirección Facultativa o la coordinación en materia de seguridad y salud en fase de ejecución de las obras, podrá ser objeto de demolición si ésta lo estima conveniente.

La Dirección Facultativa o el coordinador tantas veces citado, resolverá todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de los materiales y ejecución de unidades, prestando la asistencia necesaria e inspeccionando el desarrollo de las mismas.

2.5.2. Libro de Incidencias

De acuerdo con el artículo 13 del Real Decreto 1627/97 existirá en cada centro de trabajo, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

Este libro será facilitado por:

- El Colegio Profesional al que pertenezca el Técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

El libro de Incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la Dirección Facultativa.

A dicho libro tendrán acceso la Dirección Facultativa de la obra, los Contratistas, Subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materias de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con el control y seguimiento del Plan de Seguridad.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la Dirección Facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y S.S. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

2.5.3. Delegado Prevención - Comité de Seguridad y Salud

De acuerdo con la Ley 31/1.995 de 8 de Noviembre, Prevención de Riesgos Laborales, que entró en vigor el 11/02/96, Art. 35, se designarán por y entre los representantes de los

trabajadores, Delegados de Prevención cuyo número estará en relación directa con el de trabajadores ocupados simultáneamente en la obra y cuyas competencias y facultades serán las recogidas en el Art.36 de la mencionada Ley.

2.5.4. Obligaciones de las partes

Promotor.

Si se implantasen elementos de seguridad incluidos en el Presupuesto durante la realización de obra, estos se abonarán igualmente a la Empresa Constructora, previa autorización de la Dirección Facultativa o del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras.

Contratista.

La Empresa Constructora viene obligada a cumplir las directrices contenidas en el Plan de Seguridad y Salud coherente con los sistemas de ejecución que se van emplear.

El Plan de Seguridad e Higiene ha de contar con aprobación de la Dirección Facultativa o el Coordinador de Seguridad y Salud y será previo al comienzo de la obra.

El Plan de seguridad y salud de la obra se atenderá en lo posible al contenido del presente Estudio de Seguridad y Salud. Los medios de protección personal, estarán homologados por el organismo competente. Caso de no existir éstos en el mercado, se emplearán los más adecuados bajo el criterio del Comité de Seguridad e Higiene, con el visto bueno de Dirección Facultativa o Coordinador de Seguridad y Salud.

La Empresa Constructora cumplirá las estipulaciones preceptivas del Estudio de Seguridad y Salud y del Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte, o de los posibles subcontratistas y empleados.

2.5.5. Coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución

La Dirección Facultativa o el Coordinador de Seguridad y Salud considerarán el Estudio de Seguridad como parte integrante de la ejecución de la obra correspondiéndole el control y la supervisión de la ejecución del Plan de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste, dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

Periódicamente, según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del Presupuesto de Seguridad, poniendo en conocimiento del Promotor y de los organismos competentes el incumplimiento, por parte de la Empresa Constructora, de las medidas de Seguridad contenidas en el Plan de Seguridad.

La Contrata realizará una lista de personal, detallando los nombres de los trabajadores que perteneciendo a su plantilla van a desempeñar los trabajos contratados, indicando los números de afiliación a la Seguridad Social. Dicha lista debe ser acompañada con la fotocopia de la matriz individual del talonario de cotización al Régimen Especial de Trabajadores Autónomos de la Seguridad Social; o en su defecto fotocopia de la Inscripción en el libro de matrícula para el resto de las sociedades.

Asimismo, se comunicarán, posteriormente, todas las altas y bajas que se produzcan de acuerdo con el procedimiento anteriormente indicado.

También se presentarán fotocopia de los ejemplares oficiales de los impresos de liquidación TC1 y TC2 del Instituto Nacional de la Seguridad Social. Esta documentación se presentará mensualmente antes del día 10.

2.5.6. Trabajadores

De acuerdo con el artículo 29 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, los trabajadores tendrán las obligaciones siguientes, en materia de prevención de riesgos:

- Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.
- Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:
 - a) Usar adecuadamente, de acuerdo con la naturaleza de los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
 - b) Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.
 - c) No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.
 - d) Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores asignados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.
 - e) Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo.
 - f) Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

- El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores o de falta, en su caso, conforme a lo establecido en la correspondiente normativa sobre régimen disciplinario de los funcionarios públicos y del personal estatutario al servicio de la: Administraciones Publicas. Lo dispuesto en este apartado será igualmente aplicable a los socios de las cooperativas cuya actividad consista en la prestación de su trabajo, con las precisiones que se establezcan en sus Reglamentos de Régimen Interno.

3. CONDICIONES ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

3.1. Principio general

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La Propiedad, el Contratista y, en su caso, los Técnicos, pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

3.2. Fianzas

El Contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

- Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

3.2.1. Fianza provisional

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de condiciones Particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se

señale, fianza que puede constituirse en cualquiera de las formas especificadas en el apartado anterior.

3.2.2. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietarios, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de la obra que no fuesen de recibo.

3.2.3. De su devolución en general

La fianza retenida será devuelta al Contratista una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La Propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos,...

3.2.4. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si la Propiedad, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

3.3. De los precios.

3.3.1. Composición de los precios unitarios.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.

Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Gastos Generales.

Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

Beneficio Industrial.

El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material.

Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata.

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

3.3.2. Precio de contrata. Importe de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13 % y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

3.3.3. Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios. A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto

más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.3.4. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas). Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Técnicas, y en segundo lugar, al Pliego General de Condiciones Particulares.

3.3.5. De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a precio cerrado, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento derivado de obras no contempladas en alguno de los documentos del proyecto no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

En cualquier caso primarán sobre estas especificaciones, las condiciones de revisión de precios firmadas en el contrato a suscribir entre la propiedad y el contratista.

3.3.6. Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito. Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

3.4. De la valoración y abonos de los trabajos

3.4.1. Formas varias de abono de las obras

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Pliego Particular de Condiciones Económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se podrá efectuar de las siguientes formas:

- Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas. Previa mediación y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la mediación y valoración de las diversas unidades.

- Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Ingeniero Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones el caso anterior.
- Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones Económicas" determina.
- Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

3.4.2. Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Ingeniero Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Ingeniero Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución

del Ingeniero-Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero-Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

3.4.3. Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.4.4. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

3.4.5. Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero-Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

3.4.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su - Si han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

3.5. De las indemnizaciones mutuas

3.5.1. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

3.5.2. Demora de los pagos

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

3.6. Varios

3.6.1. Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero-Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

3.6.2. Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero-Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero-Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

4. CONDICIONES TÉCNICAS

4.1. Condiciones generales

4.1.1. Calidad de los materiales

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el presente pliego, demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

4.1.2. Pruebas y ensayos de materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad.

Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de Obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

4.1.3. Materiales no consignados en proyecto

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

4.1.4. Condiciones generales de ejecución

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutará esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las

instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

4.2. Estructura metálica

4.2.1. Objeto

El trabajo comprendido en la presente Sección del Pliego de Condiciones consiste en el suministro de toda la mano de obra, instalación de equipo, accesorios y materiales, así como en la ejecución de todas las operaciones relacionadas con el diseño, fabricación y montaje de acero para estructuras, de estricto acuerdo con esta sección del pliego de condiciones y planos aplicables, y sujeto a los términos y condiciones del contrato.

Todos los trabajos relacionados con las estructuras metálicas, tendrán que atenerse obligatoriamente a lo especificado en las siguientes Normas:

- Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación DB SE-AE.
- Estructuras de acero en la edificación NBE-EA-95.

4.2.2. Materiales

El acero laminado para la ejecución de la estructura será del tipo descrito en la Norma UNE-36.080-73, debiendo cumplir exactamente las prescripciones sobre composición química y características mecánicas estipuladas en la norma en cuestión.

Deberá comprobarse por medios magnéticos, ultrasónicos o radiográficos, que no presentan inclusiones, grietas u oquedades capaces de alterar la solidez del conjunto.

El Contratista presentará, a petición del Ingeniero Director de la obra, la marca y clase de electrodos a emplear en los distintos cordones de soldadura de la estructura. Estos electrodos

pertenecerán a una de las clases estructurales definidos por la Norma correspondiente, y una vez aprobados no podrán ser sustituidos por otro sin el conocimiento y aprobación del Ingeniero Director. El Contratista queda obligado a almacenar los electrodos recibidos en condiciones tales que no puedan perjudicarse las características del material de aportación.

4.2.3. Montaje

Arriostramiento

La estructura se levantará con exactitud y aplomada, introduciéndose arriostramientos provisionales en todos aquellos puntos en que resulte preciso para soportar todas las cargas a que pueda hallarse sometida la estructura, incluyendo las debidas al equipo y al funcionamiento del mismo. Estos arriostramientos permanecerán colocados en tanto sea preciso por razones de seguridad.

Aptitud de las uniones provisionales

Según vaya avanzando el montaje, se asegurará la estructura por medio de soldadura, para absorber todas las cargas estáticas o sobrecargas debidas al tiempo y al montaje.

Esfuerzo de montaje

Siempre que, durante el montaje, hayan de soportarse cargas debidas a pilas de material, equipo de montaje u otras cargas, se tomarán las medidas oportunas para absorber los esfuerzos producidos por las mismas.

Alineación

No se efectuarán soldaduras hasta que toda la estructura que haya de atesarse por tal procedimiento esté debidamente alineada.

4.2.4. Montaje de escaleras. Ejecución de uniones atornilladas.

Para realizar el montaje de las escaleras se deberán de realizar los siguientes pasos:

1. Atornillar los anclajes superior e inferior a los correspondientes IPE 100, mediante los tornillos, arandelas y tuercas de M20. El par de apriete será de 400 N·m.
2. Atornillar las guías laterales a los anclajes mediante los tornillos, arandelas y tuercas de M12. El par de apriete será de 80 N·m.
3. Atornillar los escalones a las guías mediante los tornillos, arandelas y tuercas de M8. El par de apriete será de 25 N·m.

Todas las uniones se realizarán utilizando las herramientas apropiadas para cada tipo de tornillo, y se comprobará que no hay interferencias y que las piezas quedan bien sujetas.

4.2.5. Mano de obra de soldadura

Todos los operarios que hayan de efectuar las uniones soldadas de los tramos metálicos, tanto se trate de costuras resistentes como de costuras de simple unión, habrán de someterse a las pruebas de aptitud previstas por la Norma UNE-14.010, pudiendo el Ingeniero Director de la obra exigir, siempre que lo tenga por conveniente, las inspecciones previstas en los apartados 7 y 8 de la citada Norma.

4.2.6. Organización de los trabajos

El Contratista podrá organizar los trabajos en la forma que estime conveniente; pero tendrá sin embargo la obligación de presentar por anticipado al Ingeniero Director de la obra un programa detallado de los mismos, en el que se justifique el cumplimiento de los planes previstos.

Podrá preparar en su propio taller todas las barras o parte de la estructura que sean susceptibles de un fácil transporte dando en este caso las máximas facilidades para que, dentro de su factoría, se pueda realizar la labor de inspección que compete al Ingeniero Director.

4.2.7. Manipulación del material

Todas las operaciones de enderezado de perfiles o chapas se realizarán en frío. Los cortes y preparación de bordes para la soldadura podrán realizarse con soplete oxiacetilénico, con sierra o con herramienta neumática, pero nunca con cizalla.

Deberán eliminarse siempre las rebabas, tanto las de laminación como las originadas por operaciones de corte. Serán rechazadas todas las barras o perfiles que presenten en superficie ondulaciones, fisuras o defectos de borde que, a juicio del Ingeniero Director, puedan causar un efecto apreciable de detalle.

4.2.8. Ejecución de uniones soldadas

Se tendrán presentes las siguientes prescripciones:

- Los empalmes se verificarán antes de que las unidades de los perfiles simples se unan entre sí para constituir el perfil compuesto.
- Las unidades de perfiles simples para construir las barras se realizarán antes que las unidades de nudos.
- Se dejará siempre la máxima libertad posible a los movimientos de retracción de las soldaduras, y por lo tanto, se procederá en todas las unidades desde el centro hacia los bordes de la barra o desde el centro hacia los extremos de las vigas.
- A fin de evitar en lo posible las deformaciones residuales, se conservará la mayor simetría posible en el conjunto de la soldadura efectuada. Ello obligará a llevar la soldadura desde el centro hacia los bordes, pero simultánea o alternadamente en ambas

direcciones, y a soldar de forma alternada por un lado y otro de la barra, disponiendo para ello los elementos auxiliares de volteo que sean necesarios.

- Se evitará la excesiva acumulación de calor en zonas localizadas en la estructura. Para ello se espaciará suficientemente el depósito de los cordones sucesivos y se adoptarán las secuencias más convenientes a la disipación del calor.
- Antes de comenzar la soldadura se limpiarán los bordes de las piezas a unir con cepillo de alambre, o con cualquier otro procedimiento, eliminando cuidadosamente todo rastro de grasa, pintura o suciedad.
- Si se ha de depositar un cordón sobre otro previamente ejecutado, se cuidará de eliminar completamente la escoria del primero, mediante un ligero martilleado con la piqueta y el cepillo de alambre.
- No se efectuarán nunca soldaduras con temperaturas inferiores a cero grados centígrados.
- Antes de pintar se eliminará la última capa de escoria.

4.2.9. Inspección de soldaduras

La superficie vista de la soldadura presentará siempre un terminado regular, acusando una perfecta fusión de metal y una perfecta regulación de la corriente eléctrica empleada, sin poros, mordeduras, oquedades, ni rastros de escoria.

El Ingeniero Director de la obra podrá solicitar del Instituto Español de Soldadura, que realicen inspecciones radiográficas de todas o de algunas de las uniones de las piezas metálicas y se emita el correspondiente dictamen. El gasto que originen estas inspecciones será pagado por el constructor, pero será de abono en certificación si las soldaduras inspeccionadas han sido calificadas con 1 o 2 (Norma UNE 14.011); y serán definitivamente de su cuenta, viniendo además obligado a rehacerlas si fueran calificadas con 3, 4 o 5.

4.2.10. Pinturas

La pintura se efectuará con tres manos, de las cuales la primera será de minio de plomo en aceite de linaza y las dos últimas de pintura metálica de una marca acreditada que debe ser aprobada, previamente a su empleo, por el Ingeniero, quien elegirá asimismo el color.

La primera mano puede darse en taller a las piezas prefabricadas, dejando descubiertas las partes que hayan de ser soldadas en obra. La pintura contendrá el 70 % (setenta por ciento) de minio de plomo químicamente puro y un 30 % (treinta por ciento) de aceite de linaza cocido de primera calidad, y se aplicará de forma que cada kg de mezcla cubra aproximadamente 5,00 m² de superficie metálica.

La segunda mano puede aplicarse antes del montaje y se extenderá de forma que cada kg de pintura cubra a lo sumo 7,00 m² de superficie metálica.

La tercera y última se dará después del montaje, y cada kg de pintura cubrirá como máximo 9,00 m² de superficie. Antes de extenderla, el representante de la propiedad procederá al reconocimiento del estado de perfección de las manos anteriores. En todo caso, antes de cada mano se procederá a la limpieza y rascado de la superficie a pintar y, en su caso, al repaso de la mano precedentemente extendida, batiendo bien la pintura antes de utilizarla y extendiéndola en la superficie a pintar bien estirada y sin grumos.

4.3. Instalación eléctrica

4.3.1. Objeto

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

4.3.2. Materiales

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

4.3.3. Canalizaciones eléctricas

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

4.3.4. Conductores aislados bajo tubos protectores

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 1. Tubos en canalizaciones fijas en superficie

Tubos en canalizaciones empotradas

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

- 1º) Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 2. Tubos en empotrados en obras de fábrica

- 2º) Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90°C (+60°C canalizaciones precableadas ordinarias)
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 3. Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media

Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Tabla 4. Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

Tubos en canalizaciones enterradas

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250N / 450N / 750N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA

Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Tabla 5. Tubos en canalizaciones enterradas

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

4.3.5. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie

exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.

- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

4.3.6. Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

4.3.7. Conductores aislados directamente empotrados en estructuras

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

4.3.8. Conductores aislados en el interior de la construcción

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

4.3.9. Conductores aislados bajo canales protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc., siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Característica	Grado	
	Dimensión del lado mayor <16mm	Dimensión del lado mayor >16mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+15°C	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60°C	+60°C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica / Aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4. No inferior a 2	4. No inferior a 2
Resistencia a la penetración del agua	No declarada	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	No propagador

Tabla 6. Características mínimas para instalaciones superficiales ordinarias

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la

penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

4.3.10. Conductores aislados bajo molduras

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm^2 será, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se harán mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

4.3.11. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc., tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

4.3.12. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

4.3.13. Accesibilidad a las instalaciones

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

4.3.14. Conductores

Los conductores utilizados se registrarán por las especificaciones del proyecto, según se indicará en Memoria, Planos y Mediciones.

4.3.14.1. Materiales

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).

- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: Cloruro de polivinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorhídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20⁰C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

4.3.14.2. Dimensionado

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

Intensidad máxima admisible.

Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

Caída de tensión en servicio.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

Caída de tensión transitoria.

La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

4.3.15. Identificación de las instalaciones

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

4.3.16. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
$\leq 500V$	500	$\geq 0,50$
$> 500V$	1000	$\geq 1,00$

Tabla 7. Resistencia del aislamiento

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000 V$ a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

4.4. Cajas de empalme

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el

extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

4.4.1. Mecanismos y tomas de corriente

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

4.4.2. Apararmenta de mando y protección

4.4.2.1. Cuadros eléctricos

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornes situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

4.4.2.2. Interruptores automáticos

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensiones nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

4.4.2.3. Fusibles

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

4.4.2.4. Interruptores diferenciales

1º) La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

- Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

- Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se

garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

- Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.
- Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.
- Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

-bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;

-bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;

-bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se

reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º) La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación".

Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$R_a \times I_a \leq U$ donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 o 24V).

4.4.2.5. Seccionadores

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

4.4.2.6. Prensaestopas y etiquetas

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresos al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

4.4.3. Puestas a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

4.4.4. Uniones a tierra

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras, tubos;

- Pletinas, conductores desnudos;
- Placas;
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección	16mm ² 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	22mm ² Cu 50mm ² Hierro	22mm ² Cu 50mm ² Hierro

Tabla 8. Sección mínima para los conductores a tierra

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm²)	Sección conductores protección (mm²)
$S_f \leq 16$	S_f

$16 \leq S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

Tabla 9. Sección mínima de los conductores de protección

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- Conductores en los cables multiconductores
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos
- Conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

4.4.5. Inspecciones y pruebas en fábrica

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 M Ω .
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

4.4.6. Control

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer

la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

4.4.7. Seguridad

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de

objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.

Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

4.4.8. Limpieza

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

4.4.9. Mantenimiento

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

4.4.10. Criterios de medición

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera

necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapadas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

ULL

Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

**Diseño y cálculo de un sistema de clasificación
automático mediante sistemas neumáticos**

Titulación: **Grado en Ingeniería Mecánica**

Autores: **Iván Hernández Jacinto y Arístides Hernández Pérez**

Tutor: **Alejandro Félix Molowny López-Peñalver**

Septiembre 2015

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MANO DE OBRA	2
3. MAQUINARIA	4
4. PIEZAS MECANIZADAS	5
4.1. Guías escaleras.....	5
4.1.1. Material	5
4.1.2. Corte	5
4.1.3. Taladrado.....	6
4.1.4. Coste total de fabricación.....	6
4.2. Escalones	7
4.2.1. Material	7
4.2.2. Corte	7
4.2.3. Doblado	8
4.2.4. Soldado.....	8
4.2.5. Taladrado.....	8

4.2.6. Coste total de fabricación	9
4.3. Anclaje superior	9
4.3.1. Material.....	9
4.3.2. Corte	10
4.3.3. Soldado	10
4.3.4. Taladrado	10
4.3.5. Coste total de fabricación	11
4.4. Anclaje inferior.....	11
4.4.1. Material.....	11
4.4.2. Corte	12
4.4.3. Soldado	12
4.4.4. Taladrado	13
4.4.5. Coste total de fabricación	13
4.5. Rodapiés 1º y 2º descanso	14
4.5.1. Material.....	14
4.5.2. Doblado.....	14

4.5.3. Soldado.....	15
4.5.4. Coste total de fabricación.....	15
4.6. Rodapié 3° descanso	15
4.6.1. Material	15
4.6.2. Doblado	16
4.6.3. Soldado.....	16
4.6.4. Coste total de fabricación.....	17
4.7. Rodapié 4° descanso	17
4.7.1. Material	17
4.7.2. Doblado	18
4.7.3. Soldado.....	18
4.7.4. Coste total de fabricación.....	18
4.8. Barandas escaleras	19
4.8.1. Material	19
4.8.2. Corte.....	19
4.8.3. Soldado.....	20

4.8.4. Coste total de fabricación	20
4.9. Escalón soportes	21
4.9.1. Material.....	21
4.9.2. Corte	21
4.9.3. Doblado.....	22
4.9.4. Soldado	22
4.9.5. Coste total de fabricación	22
4.10. Guías cintas transportadoras.....	23
4.10.1. Material.....	23
4.10.2. Doblado.....	23
4.10.3. Cortado	24
4.10.4. Soldado	24
4.10.5. Coste total de fabricación	24
4.11. Conducto primera selección	25
4.11.1. Material.....	25
4.11.2. Doblado.....	25

4.11.3. Cortado	26
4.11.4. Soldado.....	26
4.11.5. Coste total de fabricación.....	26
4.12. Conductos segunda selección	27
4.12.1. Material	27
4.12.2. Doblado	27
4.12.3. Cortado	28
4.12.4. Soldado.....	28
4.12.5. Coste total de fabricación.....	28
4.13. Perfiles L primera selección.....	29
4.13.1. Material	29
4.13.2. Cortado	29
4.13.3. Soldado.....	30
4.13.4. Coste total de fabricación.....	30
4.14. Perfiles L segunda selección.....	30
4.14.1. Material	30

4.14.2. Cortado	31
4.14.3. Soldado	31
4.14.4. Coste total de fabricación	31
4.15. Presupuesto final piezas mecanizadas	32
5. PIEZAS ESTRUCTURALES	33
5.1. Estructura inferior de las escaleras	33
5.2. Estructura superior de las escaleras	37
5.3. Soporte superior de las máquinas	41
5.4. Soporte inferior de las máquinas	45
5.5. Trojes de almacenamiento	50
5.5.1. Troje primera selección	50
5.5.2. Trojes de almacenamiento para la segunda selección	52
5.6. Presupuesto final piezas estructurales	54
6. TORNILLERÍA	56
7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	59
7.1. Cableado	59

7.2. Canalización.....	63
7.3. Interruptores magnetotérmicos	68
7.4. Interruptores diferenciales	72
7.5. Tomas de corriente.....	76
7.6. Sistemas de alimentación ininterrumpida	77
7.7. Presupuesto final instalación eléctrica	79
8. SEGURIDAD Y SALUD.....	80
8.1. Higiene y bienestar	80
8.1.1. Locales prefabricados.....	80
8.1.2. Equipamiento de locales prefabricados.....	81
8.1.3. Presupuesto higiene y bienestar	81
8.2. Protecciones individuales.....	82
8.2.1. Equipamiento individual	82
8.2.2. Pantallas de protección.....	83
8.2.3. Mascarillas de protección.....	84
8.2.4. Protecciones visuales	85

8.2.5. Protecciones auditivas	86
8.2.6. Cinturones de seguridad	86
8.2.7. Presupuesto protecciones individuales	87
8.3. Protecciones Colectivas.....	88
8.3.1. Señalización.....	88
8.3.2. Protección contra caídas	90
8.3.3. Seguridad contra incendios.....	92
8.3.4. Presupuesto protecciones colectivas.....	92
8.4. Presupuesto final seguridad y salud	93
9. MÁQUINAS	94
10. PRESUPUESTO FINAL	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto del material para las guías de las escaleras	5
Tabla 2. Coste total de fabricación de las guías de las escaleras	6
Tabla 3. Presupuesto del material para los escalones	7
Tabla 4. Coste total de fabricación de los escalones	9
Tabla 5. Presupuesto de material para el anclaje superior	9
Tabla 6. Coste total de fabricación del anclaje superior	11
Tabla 7. Presupuesto de material del anclaje inferior	12
Tabla 8. Coste total de fabricación del anclaje inferior	13
Tabla 9. Presupuesto de material del rodapiés del 1º y 2º descanso	14
Tabla 10. Coste total de fabricación de los rodapiés del 1º y 2º descanso	15
Tabla 11. Presupuesto de material del rodapié del 3º descanso	16
Tabla 12. Coste total de fabricación del rodapié del 3º descanso.....	17
Tabla 13. Presupuesto de material del rodapié del 4º descanso	17
Tabla 14. Coste total de fabricación del rodapié del 4º descanso.....	18
Tabla 15. Presupuesto de material de las barandas de las escaleras	19

Tabla 16. Coste total de fabricación de las barandas de las escaleras	20
Tabla 17. Presupuesto de material de los escalones.....	21
Tabla 18. Coste total de fabricación de los escalones de los soportes de las máquinas ...	23
Tabla 19. Presupuesto de material para las guías de las cintas transportadoras	23
Tabla 20. Coste total de fabricación de las guías para las cintas transportadoras.....	25
Tabla 21. Presupuesto de material del conducto de la primera selección	25
Tabla 22. Coste total de fabricación del conducto de la primera selección	27
Tabla 23. Presupuesto de material de los conductos de la segunda selección	27
Tabla 24. Coste total de fabricación de los conductos de la segunda selección.....	29
Tabla 25. Presupuesto de material de los perfiles en L de la primera selección	29
Tabla 26. Coste total de fabricación de los perfiles en L de la primera selección.....	30
Tabla 27. Presupuesto de material de los perfiles en L de la segunda selección	31
Tabla 28. Coste total de fabricación de los perfiles en L de la segunda selección.....	32
Tabla 29. Presupuesto final de las piezas mecanizadas	32
Tabla 30. Medición de los pilares y vigas de la estructura inferior de las escaleras.....	33
Tabla 31. Cuadro de precios de la estructura inferior de las escaleras	36

Tabla 32. Cuadro resumen de precios de la estructura inferior de las escaleras	37
Tabla 33. Medición de los pilares y vigas de la estructura superior de las escaleras	38
Tabla 34. Cuadro de precios de la estructura superior de las escaleras.....	40
Tabla 35. Cuadro resumen de precios de la estructura superior de las escaleras.....	41
Tabla 36. Medición de los pilares y vigas de la estructura del soporte superior de las máquinas	42
Tabla 37. Cuadro de precios correspondiente a la estructura del soporte superior de las máquinas	44
Tabla 38. Cuadro resumen de precios de la estructura del soporte superior	45
Tabla 39. Medición de los pilares y vigas de la estructura del soporte inferior de las máquinas	46
Tabla 40. Cuadro de precios de la estructura del soporte inferior de las máquinas.....	48
Tabla 41. Cuadro resumen de precios correspondiente a la estructura inferior de las escaleras.....	49
Tabla 42. Cuadro de precios del troje de almacenamiento de la primera selección	51
Tabla 43. Cuadro resumen de precios del troje de almacenamiento de la primera selección	52
Tabla 44. Cuadro de precios correspondiente a los trojes de almacenamiento para los plásticos de la segunda selección	54

Tabla 45. Cuadro resumen de precios del troje de almacenamiento de la segunda selección.....	54
Tabla 46. Resumen del presupuesto final de todas las piezas estructurales.....	55
Tabla 47. Precio de los embalajes de los tornillos hexagonales	56
Tabla 48. Precio de los embalajes de las tuercas hexagonales	56
Tabla 49. Precio de los embalajes de las arandelas.....	57
Tabla 50. Precio total tornillos hexagonales	57
Tabla 51. Precio total tuercas hexagonales.....	57
Tabla 52. Precio total arandelas	58
Tabla 53. Precio total tornillería.....	58
Tabla 54. Medición del cableado necesario	60
Tabla 55. Precios unitarios descompuestos del cableado	62
Tabla 56. Cuadro resumen de precios del cableado necesario	63
Tabla 57. Medición de tubo necesario.....	64
Tabla 58. Precios unitarios descompuestos del tubo necesario.....	66
Tabla 59. Cuadro resumen de precios del tubo necesario.....	67

Tabla 60. Medición de interruptores magnetotérmicos	68
Tabla 61. Precios unitarios descompuestos de los interruptores magnetotérmicos	70
Tabla 62. Cuadro resumen de precios de los interruptores magnetotérmicos	72
Tabla 63. Medición de interruptores magnetotérmicos	72
Tabla 64. Precios unitarios descompuestos de los interruptores magnetotérmicos	75
Tabla 65. Cuadro resumen de precios de los interruptores magnetotérmicos	76
Tabla 66. Medición de tomas de corriente necesarias	76
Tabla 67. Precios unitarios descompuestos de las tomas de corriente.....	77
Tabla 68. Cuadro resumen de precios de las tomas de corriente.....	77
Tabla 69. Medición de sistema de alimentación ininterrumpida	78
Tabla 70. Precios unitarios descompuestos del SAI	78
Tabla 71. Cuadro resumen de precios del SAI	78
Tabla 72. Presupuesto final de la instalación eléctrica	79
Tabla 73. Presupuesto locales prefabricados	80
Tabla 74. Presupuesto de equipamiento de locales prefabricados.....	81
Tabla 75. Presupuesto higiene y bienestar	82

Tabla 76. Presupuesto equipamiento individual	83
Tabla 77. Presupuesto pantallas de protección	84
Tabla 78. Presupuesto mascarillas de protección	85
Tabla 79. Presupuesto protecciones visuales	85
Tabla 80. Presupuesto protecciones auditivas	86
Tabla 81. Presupuesto cinturones de seguridad.....	87
Tabla 82. Presupuesto protecciones individuales.....	87
Tabla 83. Presupuesto señalización	90
Tabla 84. Presupuesto protección contra caídas	91
Tabla 85. Presupuesto seguridad contra incendio	92
Tabla 86. Presupuesto protecciones colectivas	92
Tabla 87. Presupuesto final seguridad y salud	93
Tabla 88. Presupuesto máquinas	94
Tabla 89. Presupuesto final bruto de ejecución del proyecto	95
Tabla 90. Presupuesto final de ejecución del proyecto	95

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo, se pretende realizar un desglose detallado de las operaciones realizadas para el diseño, fabricación y montaje de las escaleras de servicio y los soportes de las máquinas. De esta forma, las diferentes operaciones necesarias para ello, se dividirán en diversos capítulos con el fin de determinar cuál es el coste de cada una de ellas.

Así pues, para hallar el presupuesto final, se tendrá en cuenta el precio de los materiales necesarios para la fabricación de las piezas, la mano de obra y el precio de la maquinaria empleada para realizarlas.

En segundo lugar, se detallarán los precios de las piezas estructurales y de la instalación eléctrica obtenidos en la herramienta informática Cype.

Por último, se mostrará el precio de cada una de las máquinas necesarias que se deben de implementar en la nave existente.

2. MANO DE OBRA

En primer lugar, los precios de mano de obra de cada uno de los trabajadores que deben intervenir en la fabricación de las piezas son:

- Cortador: 25 €/día.
- Doblador: 35 €/día.
- Taladrador: 30 €/día.
- Soldador: 50€/día.

Además se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- 252 días laborales al año.
- 2 pagas extras al año.
- 1625 h/año según convenio.
- Gastos de Seguridad Social 35% sobre la mano de obra directa.
- Gastos generales 50% sobre mano de obra directa.

De esta manera, con todas las consideraciones descritas anteriormente, se calcula el salario por hora de cada uno de los trabajadores que se necesitan según la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Salario}}{\text{Hora}} = \frac{\frac{\text{Precio}}{\text{día}} \cdot \text{días laborales} \cdot \frac{12 + \text{Pagas}}{12} \cdot (1 + \% \text{Seg. Soc} + \% \text{GG})}{\text{Horas convenio}}$$

Así pues, para cada uno de los trabajadores, se tiene que:

- Cortador:

$$\frac{\text{Salario}}{\text{Hora}} = \frac{25 \frac{\text{€}}{\text{día}} \cdot 252 \text{ días} \cdot \frac{12 + 2}{12} \cdot (1 + 0,35 + 0,50)}{1625 \frac{\text{h}}{\text{año}}} = 8,37 \frac{\text{€}}{\text{h}}$$

- Doblador:

$$\frac{\text{Salario}}{\text{Hora}} = \frac{35 \frac{\text{€}}{\text{día}} \cdot 252 \text{ días} \cdot \frac{12 + 2}{12} \cdot (1 + 0,35 + 0,50)}{1625 \frac{\text{h}}{\text{año}}} = 11,71 \frac{\text{€}}{\text{h}}$$

- Taladrador:

$$\frac{\text{Salario}}{\text{Hora}} = \frac{30 \frac{\text{€}}{\text{día}} \cdot 252 \text{ días} \cdot \frac{12 + 2}{12 \text{ meses}} \cdot (1 + 0,35 + 0,50)}{1625 \frac{\text{h}}{\text{año}}} = 10,04 \frac{\text{€}}{\text{h}}$$

- Soldador:

$$\frac{\text{Salario}}{\text{Hora}} = \frac{50 \frac{\text{€}}{\text{día}} \cdot 252 \text{ días} \cdot \frac{12 + 2}{12 \text{ meses}} \cdot (1 + 0,35 + 0,50)}{1625 \frac{\text{h}}{\text{año}}} = 16,74 \frac{\text{€}}{\text{h}}$$

3. MAQUINARIA

A continuación, se desglosarán los precios de la maquinaria necesaria para realizar las piezas. Dentro de dichos precios se incluyen los costes de mantenimiento de las máquinas, los recambios de las piezas que se desgastan, la potencia eléctrica que consumirán, así como los consumibles necesarios.

Los precios de las maquinarias son:

- Cortadora: 30 €/h.
- Dobladora: 45 €/h.
- Taladradora: 25 €/h.
- Soldador: 55 €/h, incluyendo el material de aporte.

Con todos estos datos ya se puede calcular el precio de costo de fabricación de cada una de las piezas mecanizadas.

4. PIEZAS MECANIZADAS

En este apartado, se describirán las distintas operaciones realizadas sobre las piezas mecanizadas que forman la estructura final.

4.1. Guías escaleras

4.1.1. Material

Para la fabricación de las guías de las escaleras se han utilizado perfiles UPN de acero S 275 JR. A cada perfil se le añadirá un 10% de material que corresponden a las pérdidas durante el proceso de mecanizado.

Unidades	Concepto	Peso (Kg)	Precio (€/Kg)	Precio Unitario (€)	Total (€)
8	Perfil UPN 140 de acero laminado S75 JR. Longitud 2100 mm.	33,14	0,96	31,81	254,48
				10%	25,45
				Total	279,93

Tabla 1. Presupuesto del material para las guías de las escaleras

Además, para conseguir el acabado que se requiere se realizarán operaciones de corte y taladrado, cuyo precio se describirá a continuación.

4.1.2. Corte

Se realizarán cortes en las esquinas de ambos lados a 45°, que serán necesarios para ajustar correctamente los perfiles a los soportes de los descansos de las escaleras. Para realizar estos cortes, se emplearán 10 minutos por cada guía, incluyendo las operaciones de marcado y corte. De esta manera, se necesitará un total de 1 hora y 20 minutos para realizar los cortes en todas las guías. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$Corte = 80 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(8,37 \frac{\text{€}}{h} + 30 \frac{\text{€}}{h} \right) = 51,16 \text{ €}$$

4.1.3. Taladrado

Además, se realizarán los orificios de diámetro 13 mm con los que se fijarán a los anclajes superior e inferior, así como, los orificios de diámetro 9 mm, con los que se fijarán los escalones de la escalera. Para realizar estos orificios se emplearán 10 minutos por cada guía, incluyendo las operaciones de marcado, taladrado y los cambios de herramienta pertinentes. De esta manera, se necesitará un total de 1 hora y 20 minutos para realizar los taladros en las 8 guías. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$Taladrado = 80 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(10,04 \frac{\text{€}}{h} + 25 \frac{\text{€}}{h} \right) = 46,72 \text{ €}$$

4.1.4. Coste total de fabricación

El coste total de fabricación de las guías, teniendo en cuenta los materiales y las operaciones de mecanizado descritas anteriormente se muestran en la tabla 2:

Concepto	Precio (€)
Material	279,93
Corte	51,16
Taladrado	46,72
Total estructura (€)	377,81

Tabla 2. Coste total de fabricación de las guías de las escaleras

4.2. Escalones

4.2.1. Material

Para la fabricación de los escalones de las escaleras, se partirá de una pletina de acero de 800x300x5 mm. A cada pletina se le añadirá un 10% de material que corresponden a las pérdidas durante el proceso de mecanizado.

Unidades	Concepto	Peso (Kg)	Precio (€/Kg)	Precio Unitario (€)	Total (€)
28	Pletina de acero laminado S75 JR. Dimensiones de 800x300x5 mm.	9,36	0,96	8,98	251,6
				10%	25,16
				Total	276,76

Tabla 3. Presupuesto del material para los escalones

Además, para conseguir el acabado que se requiere se realizarán operaciones de corte, doblado, soldado y taladrado, cuyo precio se describirá a continuación.

4.2.2. Corte

Se realizarán cortes en las esquinas de ambos lados de los escalones, realizando cortes de 25 mm. Para realizar estos cortes, se emplearán 5 minutos por cada escalón, incluyendo las operaciones de marcado y corte. De esta manera, se necesitará un total de 2 horas y 20 minutos para realizar los cortes en todos los escalones. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$Corte = 140 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(8,37 \frac{\text{€}}{h} + 30 \frac{\text{€}}{h} \right) = 89,53 \text{ €}$$

4.2.3. Doblado

Una vez cortado el escalón, se someterá la pletina de acero a su pertinente doblado. De esta forma, se emplearán 10 minutos por cada escalón, incluyendo las operaciones de marcado y doblado. De esta manera, se necesitará un total de 4 horas y 40 minutos para realizar el doblado de cada uno de los extremos del escalón. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$\text{Doblado} = 280 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(11,71 \frac{\text{€}}{h} + 45 \frac{\text{€}}{h} \right) = 264,65 \text{ €}$$

4.2.4. Soldado

Una vez doblado el escalón, se deberán de realizar soldaduras en los dobleces para reforzarlos y garantizar el uso para el que fueron diseñados. El tiempo de preparación y ejecución de las mismas se estima en 15 minutos, por lo que el coste de realizar este trabajo será:

$$\text{Soldado} = 420 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(16,74 \frac{\text{€}}{h} + 55 \frac{\text{€}}{h} \right) = 502,18 \text{ €}$$

4.2.5. Taladrado

Además, se realizarán los orificios de diámetro 9 mm con los que se fijarán a las guía de las escaleras. Para realizar estos orificios se emplearán 5 minutos por escalón, incluyendo las operaciones de marcado y taladrado. De esta manera, se necesitará un total de 2 horas y 20 minutos para realizar los taladros a los 28 escalones. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$\text{Taladrado} = 140 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(10,04 \frac{\text{€}}{h} + 25 \frac{\text{€}}{h} \right) = 81,76 \text{ €}$$

4.2.6. Coste total de fabricación

El coste total de fabricación de los escalones de las escaleras, teniendo en cuenta los materiales y las operaciones de mecanizado descritas anteriormente se muestran en la tabla 4:

Concepto	Precio (€)
Material	276,76
Corte	89,53
Doblado	264,65
Soldado	502,18
Taladrado	81,76
Total (€)	1214,88

Tabla 4. Coste total de fabricación de los escalones

4.3. Anclaje superior

4.3.1. Material

Para la fabricación del anclaje superior de las escaleras, se partirá de una pletina de acero de 900 x 60 x 15 mm. A cada pletina se le añadirá un 10% de material que corresponden a las pérdidas durante el proceso de mecanizado.

Unidades	Concepto	Peso (Kg)	Precio (€/Kg)	Precio Unitario (€)	Total (€)
4	Pletina de acero laminado S75 JR. Dimensiones de 900x60x15 mm.	9,48	0,96	9,1	36,4
				10%	3,64
				Total	40,04

Tabla 5. Presupuesto de material para el anclaje superior

Además, para conseguir el acabado que se requiere se realizarán operaciones de corte, soldado y taladrado, cuyo precio se describirá a continuación.

4.3.2. Corte

A la pletina inicial se le realizarán dos cortes en los extremos de 60 mm. Para realizar estos cortes, se emplearán 3 minutos por cada anclaje, incluyendo operaciones de marcado y corte. De esta manera, se necesitará un total 12 minutos para realizar los cortes en todos los anclajes superiores. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$Corte = 12 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(8,37 \frac{\text{€}}{h} + 30 \frac{\text{€}}{h} \right) = 7,67 \text{ €}$$

4.3.3. Soldado

Una vez realizados los cortes a ambos lados, se soldarán perpendicularmente a la pletina inicial. El tiempo de preparación y ejecución de las soldaduras se estima en 10 minutos, por lo que el coste de realizar este trabajo será:

$$Soldado = 40 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(16,74 \frac{\text{€}}{h} + 55 \frac{\text{€}}{h} \right) = 47,83 \text{ €}$$

4.3.4. Taladrado

Además, se realizarán en las dos piezas soldadas, los orificios de diámetro 13 mm con los que se fijarán a las guías de las escaleras. También se realizarán dos taladros de diámetro 22 mm en la pletina inicial para fijar el anclaje a la base soporte. Para realizar estos orificios se emplearán 10 minutos por anclaje, incluyendo las operaciones de marcado, taladrado y cambios de herramienta. De esta manera, se necesitará un total de 40 minutos para realizar los taladros. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$Taladrado = 40 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(10,04 \frac{\text{€}}{h} + 25 \frac{\text{€}}{h} \right) = 23,36 \text{ €}$$

4.3.5. Coste total de fabricación

El coste total de fabricación de los anclajes superiores de las escaleras, teniendo en cuenta los materiales y las operaciones de mecanizado descritas anteriormente se muestran en la tabla 6:

Concepto	Precio (€)
Material	40,04
Corte	7,67
Soldado	47,83
Taladrado	23,36
Total (€)	118,9

Tabla 6. Coste total de fabricación del anclaje superior

4.4. Anclaje inferior

4.4.1. Material

Para la fabricación del anclaje inferior de las escaleras, se partirá de dos pletinas de acero S275 JR. A cada pletina se le añadirá un 10% de material que corresponden a las pérdidas durante el proceso de mecanizado.

Unidades	Concepto	Peso	Precio	Precio	Total (€)
-----------------	-----------------	-------------	---------------	---------------	------------------

		(Kg)	(€/Kg)	Unitario (€)	
3	Pletina de acero laminado S75 JR. Dimensiones de 750x60x15 mm	5,27	0,96	5,06	15,18
6	Pletina de acero laminado S275 JR Dimensiones 200x111x 7 mm	1,21	0,96	1,17	6,97
				10%	2,21
				Total	24,36

Tabla 7. Presupuesto de material del anclaje inferior

Además, para conseguir el acabado que se requiere se realizarán operaciones de corte, soldado y taladrado, cuyo precio se describirá a continuación.

4.4.2. Corte

A la pletina de 200x111x 7 mm se le realizarán dos cortes para garantizar que se podrán anclar a él las guías de las escaleras de forma correcta. Para realizar estos cortes, se emplearán 5 minutos por cada anclaje, incluyendo operaciones de marcado y corte. De esta manera, se necesitará un total 15 minutos para realizar los cortes en todos los anclajes inferiores. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$\text{Corte} = 15 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(8,37 \frac{\text{€}}{h} + 30 \frac{\text{€}}{h} \right) = 9,59 \text{ €}$$

4.4.3. Soldado

Una vez realizados los cortes en la pletina de 200x111x7 mm, se soldarán perpendicularmente a la pletina de 750x60x15. El tiempo de preparación y ejecución de las soldaduras se estima en 10 minutos, por lo que el coste de realizar este trabajo será:

$$\text{Soldado} = 30 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(16,74 \frac{\text{€}}{h} + 55 \frac{\text{€}}{h} \right) = 35,87 \text{ €}$$

4.4.4. Taladrado

Por último, se realizarán dos orificios en cada una de las piezas soldadas de diámetro 13 mm para fijar las guías de las escaleras. También se realizarán dos taladros de diámetro 22 mm en la pletina de 750x60x15, con los que se fijará el anclaje a los descansos de las escaleras. Para realizar estos orificios se emplearán 10 minutos por anclaje, incluyendo las operaciones de marcado, taladrado y cambios de herramienta. De esta manera, se necesitará un total de 30 minutos para realizar los taladros. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$\text{Taladrado} = 30 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(10,04 \frac{\text{€}}{h} + 25 \frac{\text{€}}{h} \right) = 17,52 \text{ €}$$

4.4.5. Coste total de fabricación

El coste total de fabricación de los anclajes inferiores de las escaleras, teniendo en cuenta los materiales y las operaciones de mecanizado descritas anteriormente se muestran en la tabla 8:

Concepto	Precio (€)
Material	24,36
Corte	9,59
Soldado	35,87
Taladrado	17,52
Total (€)	87,34

Tabla 8. Coste total de fabricación del anclaje inferior

4.5. Rodapiés 1º y 2º descanso

4.5.1. Material

Para la fabricación de los rodapiés de los primeros dos descansos de las escaleras, se partirá de una pletina de acero S275 JR. A cada pletina se le añadirá un 10% de material que corresponden a las pérdidas durante el proceso de mecanizado.

Unidades	Concepto	Peso (Kg)	Precio (€/Kg)	Precio Unitario (€)	Total (€)
2	Pletina de acero laminado S75 JR. Dimensiones de 3600x100x2 mm	5,62	0,96	5,39	10,78
				10%	1,1
				Total	11,88

Tabla 9. Presupuesto de material del rodapiés del 1º y 2º descanso

Además, para conseguir el acabado que se requiere se realizarán operaciones de doblado sobre los rodapiés.

4.5.2. Doblado

Se someterá la pletina de acero a su pertinente doblado, para obtener una superficie central con dos superficies perpendiculares, con la forma de la base descanso de la escalera, dejando uno de los lados libres para que transiten las personas. De esta forma, se emplearán 10 minutos por rodapiés, incluyendo las operaciones de marcado y doblado. De esta manera, se necesitará un total de 20 minutos para realizarlo. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$\text{Doblado} = 20 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(11,71 \frac{\text{€}}{h} + 45 \frac{\text{€}}{h} \right) = 18,9 \text{ €}$$

4.5.3. Soldado

Una vez doblados los rodapiés se requiere su soldadura a los pilares para ajustarlos en su posición adecuada. Por lo tanto, se emplearán 10 minutos por rodapiés. Como tenemos 2 rodapiés, se necesitarán 20 minutos para realizar el trabajo. Así pues, el coste será de:

$$\text{Soldado} = 20 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(16,74 \frac{\text{€}}{h} + 55 \frac{\text{€}}{h} \right) = 23,91 \text{ €}$$

4.5.4. Coste total de fabricación

El coste total de fabricación de los rodapiés de los primeros descansos de las escaleras, teniendo en cuenta los materiales y las operaciones de mecanizado descritas anteriormente se muestran en la tabla 10:

Concepto	Precio (€)
Material	11,88
Doblado	18,9
Soldado	23,91
Total (€)	54,69

Tabla 10. Coste total de fabricación de los rodapiés del 1º y 2º descanso

4.6. Rodapié 3º descanso

4.6.1. Material

Para la fabricación del rodapié del tercer descanso de las escaleras, se partirá de una pletina de acero S275 JR. A cada pletina se le añadirá un 10% de material que corresponden a las pérdidas durante el proceso de mecanizado.

Unidades	Concepto	Peso	Precio	Precio	Total (€)
----------	----------	------	--------	--------	-----------

		(Kg)	(€/Kg)	Unitario (€)	
1	Pletina de acero laminado S75 JR. Dimensiones de 3400x100x2 mm	5,3	0,96	5,1	5,1
				10%	0,51
				Total	5,61

Tabla 11. Presupuesto de material del rodapié del 3º descanso

Además, para conseguir el acabado que se requiere se realizarán operaciones de doblado sobre el rodapié.

4.6.2. Doblado

Se someterá la pletina de acero a su pertinente doblado, para obtener una superficie central con dos superficies perpendiculares, con la forma de la base descanso de la escalera, dejando uno de los lados libres para que transiten las personas. De esta forma, se emplearán 10 minutos, incluyendo las operaciones de marcado y doblado. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$\text{Doblado} = 10 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(11,71 \frac{\text{€}}{h} + 45 \frac{\text{€}}{h} \right) = 9,45 \text{ €}$$

4.6.3. Soldado

Una vez doblado el rodapié, se requiere su soldadura a la barandilla del tercer descanso para ajustarlo en su posición adecuada. Por lo tanto, se emplearán 10 minutos para realizar el trabajo. Así pues, el coste será de:

$$\text{Soldado} = 10 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(16,74 \frac{\text{€}}{h} + 55 \frac{\text{€}}{h} \right) = 11,96 \text{ €}$$

4.6.4. Coste total de fabricación

El coste total de fabricación del rodapié del 3º descanso de las escaleras, teniendo en cuenta los materiales y las operaciones de mecanizado descritas anteriormente se muestran en la tabla 12:

Concepto	Precio (€)
Material	5,61
Doblado	9,45
Soldado	11,96
Total (€)	27,02

Tabla 12. Coste total de fabricación del rodapié del 3º descanso

4.7. Rodapié 4º descanso

4.7.1. Material

Para la fabricación del rodapié del cuarto descanso de las escaleras, se partirá de una pletina de acero S275 JR. A cada pletina se le añadirá un 10% de material que corresponden a las pérdidas durante el proceso de mecanizado.

Unidades	Concepto	Peso (Kg)	Precio (€/Kg)	Precio Unitario (€)	Total (€)
1	Pletina de acero laminado S75 JR. Dimensiones de 3580x100x2 mm	5,58	0,96	5,36	5,36
				10%	0,54
				Total	5,9

Tabla 13. Presupuesto de material del rodapié del 4º descanso

Además, para conseguir el acabado que se requiere se realizarán operaciones de doblado sobre el rodapié.

4.7.2. Doblado

Se someterá la pletina de acero a su pertinente doblado, para obtener una superficie con la forma de la base descanso de la escalera, dejando libre los lados por donde vayan a transitar las personas. De esta forma, se emplearán 10 minutos, incluyendo las operaciones de marcado y doblado. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$\text{Doblado} = 10 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(11,71 \frac{\text{€}}{h} + 45 \frac{\text{€}}{h} \right) = 9,45 \text{ €}$$

4.7.3. Soldado

Una vez doblado el rodapié, se requiere su soldadura a la barandilla del cuarto descanso para ajustarlo en su posición adecuada. Por lo tanto, se emplearán 10 minutos para realizar el trabajo. Así pues, el coste será de:

$$\text{Soldado} = 10 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(16,74 \frac{\text{€}}{h} + 55 \frac{\text{€}}{h} \right) = 11,96 \text{ €}$$

4.7.4. Coste total de fabricación

El coste total de fabricación del rodapié del 4º descanso de las escaleras, teniendo en cuenta los materiales y las operaciones de mecanizado descritas anteriormente se muestran en la tabla 14:

Concepto	Precio (€)
Material	5,9
Doblado	9,45
Soldado	11,96
Total (€)	27,31

Tabla 14. Coste total de fabricación del rodapié del 4º descanso

4.8. Barandas escaleras

4.8.1. Material

Para la fabricación de las barandas de las escaleras, se ha partido de dos perfiles ISO cuadrado de 30x30x2 mm de acero S275 JR. Además se añadirá un 10% de material que corresponden a las pérdidas durante el proceso de mecanizado.

Unidades	Concepto	Peso (Kg)	Precio (€/Kg)	Precio Unitario (€)	Total (€)
6	Perfil ISO cuadrado 30x30x2mm de acero laminado S75 JR. Longitud 1000 mm	1,67	0,96	1,6	9,62
4	Perfil ISO cuadrado 30x30x2mm de acero laminado S75 JR. Longitud 1800 mm	3	0,96	2,88	11,52
				10%	2,11
				Total	23,25

Tabla 15. Presupuesto de material de las barandas de las escaleras

Además, para conseguir el acabado que se requiere se realizarán operaciones de corte y soldado, cuyo precio se describirá a continuación.

4.8.2. Corte

A cada uno de los perfiles se les realizará una serie de cortes, para obtener las medidas deseadas. Para realizar estos cortes, se emplearán 60 minutos por cada barandilla, incluyendo operaciones de marcado y corte. De esta manera, se necesitará un total 8 horas para realizar los cortes en todos las barandas de las escaleras. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$\text{Corte} = 480 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(8,37 \frac{\text{€}}{h} + 30 \frac{\text{€}}{h} \right) = 306,96 \text{ €}$$

4.8.3. Soldado

Una vez realizados los cortes necesarios cada uno de los perfiles, se soldarán los perfiles de 1000 mm de longitud a los de 1800 mm de longitud, para formar la estructura de la baranda de la escalera. Además, los perfiles de longitud 1000 mm se soldarán a las guías de las escaleras. El tiempo de preparación y ejecución de las soldaduras se estima en 60 minutos para cada barandilla. Por lo tanto, se necesitará un total de 8 horas de soldadura, por lo que el coste de realizar este trabajo será:

$$\text{Soldado} = 480 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(16,74 \frac{\text{€}}{h} + 55 \frac{\text{€}}{h} \right) = 573,92 \text{ €}$$

4.8.4. Coste total de fabricación

El coste total de fabricación de los anclajes inferiores de las escaleras, teniendo en cuenta los materiales y las operaciones de mecanizado descritas anteriormente se muestran en la tabla 16:

Concepto	Precio (€)
Material	23,25
Corte	306,96
Soldado	573,92
Total (€)	904,13

Tabla 16. Coste total de fabricación de las barandas de las escaleras

4.9. Escalón soportes

4.9.1. Material

Para la fabricación de los escalones para pasar desde el soporte superior al inferior o viceversa, se partirá de una pletina de acero de 1050x300x4 mm. A cada pletina se le añadirá un 10% de material que corresponden a las pérdidas durante el proceso de mecanizado.

Unidades	Concepto	Peso (Kg)	Precio (€/Kg)	Precio Unitario (€)	Total (€)
2	Pletina de acero laminado S75 JR. Dimensiones de 1050x300x4 mm.	12,68	0,96	12,17	24,34
4	Perfiles ISO cuadrado Dimensiones 40x40x2,6	1,68	0,96	1,61	6,44
				10%	3,1
				Total	33,88

Tabla 17. Presupuesto de material de los escalones

Además, para conseguir el acabado que se requiere se realizarán operaciones corte, doblado, y soldado, cuyo precio se describirá a continuación.

4.9.2. Corte

Se realizarán cortes en las esquinas de ambos lados de los escalones, realizando cortes de 25 mm. También se realizarán cortes en los bordes de los perfiles ISO, para ajustarlos a las piezas de forma correcta. Para realizar estos cortes, se emplearán 10 minutos, incluyendo las operaciones de marcado y corte. De esta forma, necesitaremos 20 minutos. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$\text{Corte} = 20 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(8,37 \frac{\text{€}}{h} + 30 \frac{\text{€}}{h} \right) = 12,8 \text{ €}$$

4.9.3. Doblado

Una vez cortado el escalón, se someterá la pletina de acero a su pertinente doblado. De esta forma, se emplearán 10 minutos para cada escalón, incluyendo las operaciones de marcado y doblado. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$\text{Doblado} = 20 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(11,71 \frac{\text{€}}{h} + 45 \frac{\text{€}}{h} \right) = 18,9 \text{ €}$$

4.9.4. Soldado

Una vez doblado el escalón, se deberán de realizar soldaduras en los dobleces para reforzarlos y garantizar el uso para el que fueron diseñados. Además, se soldarán los perfiles ISO a dicho escalón, así como a los soportes. El tiempo de preparación y ejecución de las mismas se estima en 25 minutos para cada uno de los escalones, por lo que el coste de realizar este trabajo será:

$$\text{Soldado} = 50 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(16,74 \frac{\text{€}}{h} + 55 \frac{\text{€}}{h} \right) = 59,78 \text{ €}$$

4.9.5. Coste total de fabricación

El coste total de fabricación del escalón de los soportes de las máquinas, teniendo en cuenta los materiales y las operaciones de mecanizado descritas anteriormente se muestran en la tabla 17:

Concepto	Precio (€)
Material	33,88
Corte	12,8
Doblado	18,9
Soldado	59,78
Total (€)	125,36

Tabla 18. Coste total de fabricación de los escalones de los soportes de las máquinas

4.10. Guías cintas transportadoras

4.10.1. Material

Para la fabricación de las guías de las cintas transportadoras y que se encuentran en el interior de los trojes de almacenamiento, se partirá de una pletina de acero de 9000x220x2 mm. A cada pletina se le añadirá un 10% de material que corresponden a las pérdidas durante el proceso de mecanizado.

Unidades	Concepto	Peso (Kg)	Precio (€/Kg)	Precio Unitario (€)	Total (€)
4	Pletina de acero laminado S75 JR. Dimensiones de 1050x300x4 mm.	30,89	0,96	29,65	118,6
				10%	11,86
				Total	130,46

Tabla 19. Presupuesto de material para las guías de las cintas transportadoras

Además, para conseguir el acabado que se requiere se realizarán operaciones doblado, corte y soldado, cuyo precio se describirá a continuación.

4.10.2. Doblado

Se realizarán dobleces sobre la pletina para conseguir ajustar las guías al ancho de los trojes de almacenamiento. De esta forma, se emplearán 10 minutos por guía incluyendo las operaciones de marcado y doblado. Entonces, se necesitará un total de 40 minutos para realizar los doblados de las 4 guías. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$\text{Doblado} = 40 \text{ min} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \cdot \left(11,71 \frac{\text{€}}{\text{h}} + 45 \frac{\text{€}}{\text{h}} \right) = 37,81 \text{ €}$$

4.10.3. Cortado

Una vez doblada, se someterá la pletina de acero a dos cortes para darle la dimensión necesaria para el siguiente paso. De esta forma, se emplearán 5 minutos por guía para realizar los cortes, incluyendo las operaciones de marcado, corte y los cambios de herramienta necesarios. Entonces, se necesitará un total de 20 minutos para cortar las 4 guías. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$Cortado = 20min \cdot \frac{1h}{60 min} \cdot \left(8,37 \frac{\text{€}}{h} + 30 \frac{\text{€}}{h} \right) = 12,79 \text{ €}$$

4.10.4. Soldado

Una vez dobladas y cortadas las guías, se deberán de realizar soldaduras en los extremos de modo que la pieza obtenga la forma final. El tiempo de preparación y ejecución de las mismas se estima en 15 minutos por guía. De esta manera, se necesitarán 60 minutos para realizarlas en las 4 guías. Así pues, el coste de realizar este trabajo será:

$$Soldado = 60 min \cdot \frac{1h}{60 min} \cdot \left(16,74 \frac{\text{€}}{h} + 55 \frac{\text{€}}{h} \right) = 71,74 \text{ €}$$

4.10.5. Coste total de fabricación

El coste total de fabricación del escalón de los soportes de las máquinas, teniendo en cuenta los materiales y las operaciones de mecanizado descritas anteriormente se muestran en la tabla 20:

Concepto	Precio (€)
Material	130,46
Doblado	37,81
Corte	12,79
Soldado	71,74

Total (€)	252,8
------------------	--------------

Tabla 20. Coste total de fabricación de las guías para las cintas transportadoras

4.11. Conducto primera selección

4.11.1. Material

Para la fabricación del conducto que lleva los plásticos seleccionados en la primera máquina al troje de almacenamiento correspondiente se partirá de una pletina de acero de 4500x1000x5 mm. A cada pletina se le añadirá un 10% de material que corresponden a las pérdidas durante el proceso de mecanizado.

Unidades	Concepto	Peso (Kg)	Precio (€/Kg)	Precio Unitario (€)	Total (€)
1	Pletina de acero laminado S75 JR. Dimensiones de 4000x1000x5 mm.	156	0,96	149,76	149,76
				10%	14,98
				Total	164,74

Tabla 21. Presupuesto de material del conducto de la primera selección

Además, para conseguir el acabado que se requiere se realizarán operaciones corte, doblado, y soldado, cuyo precio se describirá a continuación.

4.11.2. Doblado

Se realizarán dobleces sobre la pletina para conseguir ajustar el conducto al ancho de los trojes de almacenamiento. De esta forma, se emplearán 10 minutos incluyendo las operaciones de marcado y doblado. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$\text{Doblado} = 10 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(11,71 \frac{\text{€}}{h} + 45 \frac{\text{€}}{h} \right) = 9,45 \text{ €}$$

4.11.3. Cortado

Una vez doblada, se someterá la pletina de acero a dos cortes para darle la dimensión necesaria para el siguiente paso. De esta forma, se emplearán 10 minutos para realizar los cortes, incluyendo las operaciones de marcado, corte y los cambios de herramienta necesarios. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$Cortado = 10min \cdot \frac{1h}{60 min} \cdot \left(8,37 \frac{\text{€}}{h} + 30 \frac{\text{€}}{h} \right) = 6,4 \text{ €}$$

4.11.4. Soldado

Una vez doblado y cortado el conducto, se deberá soldar la pletina mecanizada a una de las sobras del primer paso del corte para obtener el diseño final del conducto. Además se deberán de realizar soldaduras en los extremos de modo que la pieza obtenga la forma final. El tiempo de preparación y ejecución de las mismas se estima en 25 minutos. Así pues, el coste de realizar este trabajo será:

$$Soldado = 25 min \cdot \frac{1h}{60 min} \cdot \left(16,74 \frac{\text{€}}{h} + 55 \frac{\text{€}}{h} \right) = 29,89 \text{ €}$$

4.11.5. Coste total de fabricación

El coste total de fabricación del conducto para el primer troje de almacenamiento de las máquinas, teniendo en cuenta los materiales y las operaciones de mecanizado descritas anteriormente se muestran en la tabla 22:

Concepto	Precio (€)
Material	164,74
Doblado	9,45
Corte	6,4
Soldado	29,89

Total (€)	210,48
------------------	---------------

Tabla 22. Coste total de fabricación del conducto de la primera selección

4.12. Conductos segunda selección

4.12.1. Material

Para la fabricación de los conductos que lleva los plásticos seleccionados en la segunda máquina a los trojes de almacenamiento correspondientes se partirá de una pletina de acero de 4500x1000x5 mm. A cada pletina se le añadirá un 10% de material que corresponden a las pérdidas durante el proceso de mecanizado.

Unidades	Concepto	Peso (Kg)	Precio (€/Kg)	Precio Unitario (€)	Total (€)
3	Pletina de acero laminado S75 JR. Dimensiones de 4500x1000x5 mm.	175,5	0,96	168,48	505,44
				10%	50,54
				Total	555,98

Tabla 23. Presupuesto de material de los conductos de la segunda selección

Además, para conseguir el acabado que se requiere se realizarán operaciones corte, doblado, y soldado, cuyo precio se describirá a continuación.

4.12.2. Doblado

Se realizarán dobleces sobre cada una de las pletinas para conseguir ajustar el conducto al ancho de los trojes de almacenamiento. De esta forma, se emplearán 10 minutos por pletina incluyendo las operaciones de marcado y doblado. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$Doblado = 30 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(11,71 \frac{\text{€}}{h} + 45 \frac{\text{€}}{h} \right) = 28,36 \text{ €}$$

4.12.3. Cortado

Una vez dobladas, se someterán las pletinas de acero a dos cortes para darle la dimensión necesaria para el siguiente paso. De esta forma, se emplearán 10 minutos por pletina para realizar los cortes, incluyendo las operaciones de marcado, corte y los cambios de herramienta necesarios. Así pues, el coste para realizar estas operaciones será:

$$Cortado = 30 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(8,37 \frac{\text{€}}{h} + 30 \frac{\text{€}}{h} \right) = 19,19 \text{ €}$$

4.12.4. Soldado

Una vez doblado y cortado cada uno de los conductos, se deberá soldar la pletina mecanizada a una de las sobras del primer paso del corte, para obtener el diseño final del conducto. Además se deberán de realizar soldaduras en los extremos de modo que la pieza obtenga la forma final, así como soldar los tres conductos entre ellos. El tiempo de preparación y ejecución de las mismas se estima en 30 minutos por pletina. Así pues, el coste de realizar este trabajo será:

$$Soldado = 90 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(16,74 \frac{\text{€}}{h} + 55 \frac{\text{€}}{h} \right) = 107,61 \text{ €}$$

4.12.5. Coste total de fabricación

El coste total de fabricación de los conductos para los trojes de almacenamiento de la segunda de las máquinas, teniendo en cuenta los materiales y las operaciones de mecanizado descritas anteriormente se muestran en la tabla 24:

Concepto	Precio (€)
----------	------------

Material	555,98
Doblado	28,36
Corte	19,19
Soldado	107,61
Total (€)	711,14

Tabla 24. Coste total de fabricación de los conductos de la segunda selección

4.13. Perfiles L primera selección

4.13.1. Material

Para soldar el conducto de la primera selección al soporte, se utilizarán perfiles en L 20x20x3 de acero S275JR. De esta forma, se describirán a continuación el precio del material además del precio de las soldaduras necesarias para realizarlo.

Unidades	Concepto	Peso (Kg)	Precio (€/Kg)	Precio Unitario (€)	Total (€)
2	Perfil L DIN 20x20x3 Longitud 510 mm	0,44	0,96	0,42	0,84
				10%	0,08
				Total	0,92

Tabla 25. Presupuesto de material de los perfiles en L de la primera selección

4.13.2. Cortado

Se debe de realizar un corte en los extremos de los perfiles, para ajustarlos a la inclinación de los conductos. De esta manera, se emplearán 2 minutos por perfil. Así pues como tenemos 2 perfiles, se necesitará un total de 4 minutos incluyendo las operaciones de marcado y corte. Entonces, el coste para realizar este trabajo será de:

$$Cortado = 4 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(8,37 \frac{\text{€}}{h} + 30 \frac{\text{€}}{h} \right) = 2,56 \text{ €}$$

4.13.3. Soldado

Dichos perfiles en L, irán soldados al conducto de la primera selección de plásticos por un lado, y por el otro al soporte inferior de las máquinas. Para ello, el tiempo de preparación y ejecución de las soldaduras se estima en 5 minutos por perfil. Como tenemos 2 perfiles, se necesitará un total de 10 minutos. Así pues, el coste de realizar este trabajo será:

$$Soldado = 10 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(16,74 \frac{\text{€}}{h} + 55 \frac{\text{€}}{h} \right) = 11,96 \text{ €}$$

4.13.4. Coste total de fabricación

El coste total de fabricación de los perfiles, teniendo en cuenta los materiales y las operaciones de mecanizado descritas anteriormente se muestran en la tabla 26:

Concepto	Precio (€)
Material	0,92
Cortado	2,56
Soldado	11,96
Total (€)	15,44

Tabla 26. Coste total de fabricación de los perfiles en L de la primera selección

4.14. Perfiles L segunda selección

4.14.1. Material

Para soldar los conductos de la segunda selección al soporte, se utilizarán perfiles en L 20x20x3 de acero S275JR. De esta forma, se describirán a continuación el precio del material además del precio de las soldaduras necesarias para realizarlo.

Unidades	Concepto	Peso (Kg)	Precio (€/Kg)	Precio Unitario (€)	Total (€)
2	Perfil L DIN 20x20x3 Longitud 2410 mm	2,12	0,96	2,04	4,08
				10%	0,41
				Total	4,49

Tabla 27. Presupuesto de material de los perfiles en L de la segunda selección

4.14.2. Cortado

Se debe de realizar un corte en los extremos de los perfiles, para ajustarlos a la inclinación de los conductos. De esta manera, se emplearán 2 minutos por perfil. Así pues como tenemos 2 perfiles, se necesitará un total de 4 minutos incluyendo las operaciones de marcado y corte. Entonces, el coste para realizar este trabajo será de:

$$\text{Cortado} = 4 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(8,37 \frac{\text{€}}{h} + 30 \frac{\text{€}}{h} \right) = 2,56 \text{ €}$$

4.14.3. Soldado

Dichos perfiles en L, irán soldados a los conductos de la segunda selección de plásticos por un lado, y por el otro al soporte inferior de las máquinas. Para ello, el tiempo de preparación y ejecución de las soldaduras se estima en 5 minutos por perfil. Como tenemos 2 perfiles, se necesitará un total de 10 minutos. Así pues, el coste de realizar este trabajo será:

$$\text{Soldado} = 10 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \left(16,74 \frac{\text{€}}{h} + 55 \frac{\text{€}}{h} \right) = 11,96 \text{ €}$$

4.14.4. Coste total de fabricación

El coste total de fabricación de los perfiles, teniendo en cuenta los materiales y las operaciones de mecanizado descritas anteriormente se muestran en la tabla 28:

Concepto	Precio (€)
Material	4,49
Corte	2,56
Soldado	11,96
Total (€)	19,01

Tabla 28. Coste total de fabricación de los perfiles en L de la segunda selección

4.15. Presupuesto final piezas mecanizadas

En la tabla 29 se muestra un resumen del presupuesto final de todas las piezas que se han tenido que mecanizar:

Pieza	Precio (€)
Guías escaleras	377,81
Escalones	1214,88
Anclajes superiores	118,9
Anclajes inferiores	87,34
Rodapiés 1º y 2º descanso	54,69
Rodapiés 3º descanso	27,02
Rodapiés 4º descanso	27,31
Barandas escaleras	904,13
Escalón soportes de las máquinas	125,36
Guías cintas transportadoras	252,8
Conducto primera selección	210,28
Conductos segunda selección	711,14
Perfiles L primera selección	15,44
Perfiles L segunda selección	19,01
Total (€)	4146,11

Tabla 29. Presupuesto final de las piezas mecanizadas

De esta manera, el presupuesto final de las piezas mecanizadas asciende a **CUATRO MIL CIENTO CUARENTA Y SEIS CON ONCE EUROS.**

5. PIEZAS ESTRUCTURALES

Para el cálculo del presupuesto de las piezas estructurales, se ha utilizado la herramienta de Arquímedes, del programa informático Cype Ingenieros. A continuación, se han desglosado las tablas de las mediciones, los presupuestos unitarios y el presupuesto final de cada componente.

5.1. Estructura inferior de las escaleras

En primer lugar, la tabla 30 muestra la medición correspondiente a la estructura inferior de las escaleras, dónde se reflejan los tipos de vigas y pilares que componen la estructura, así como sus principales características:

Tabla de medición						
Material		Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	Volumen	Peso
Tipo	Designación	(Ni/Nf)		(m)	(m ³)	(kg)
Acero laminado	S275	N8/N7	IPE 100 (IPE)	2,000	0,002	16,17
		N7/N6	IPE 100 (IPE)	0,820	0,001	6,63
		N5/N6	IPE 100 (IPE)	2,000	0,002	16,17
		N8/N5	IPE 100 (IPE)	0,820	0,001	6,63
		N11/N12	IPE 100 (IPE)	2,000	0,002	16,17
		N12/N9	IPE 100 (IPE)	0,820	0,001	6,63
		N10/N9	IPE 100 (IPE)	2,000	0,002	16,17
		N11/N10	IPE 100 (IPE)	0,820	0,001	6,63
		N1/N10	HE 100 B (HEB)	4,418	0,011	90,17
		N2/N9	HE 100 B (HEB)	4,418	0,011	90,17
		N4/N12	HE 100 B (HEB)	4,418	0,011	90,17
		N3/N11	HE 100 B (HEB)	4,418	0,011	90,17
<i>Notación:</i>						
<i>Ni: Nudo inicial</i>						
<i>Nf: Nudo final</i>						

Tabla 30. Medición de los pilares y vigas de la estructura inferior de las escaleras

En segundo lugar, la tabla 31 muestra el cuadro de precios correspondiente a la estructura inferior de las escaleras. En esta tabla, se reflejan desglosados en los precios la mano de obra, el importe correspondiente a la maquinaria necesaria, los materiales, los medios auxiliares necesarios y el porcentaje de costes indirectos. Finalmente, se muestra el precio por kg, unidad o m² según corresponda:

Nº	Designación	Importe parcial(€)	Importe Total (€)
1.1	(kg) Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas. Mano de obra Maquinaria Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	1,15 0,05 1,28 0,05 0,08	2,61
1.2	(Ud) Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 12 mm de diámetro y 30 cm de longitud total. Mano de obra Maquinaria Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	15,33 0,05 5,89 0,43 0,65	22,35
	(kg) Acero S275JR en vigas, con piezas simples		

1.3	de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas. Mano de obra Maquinaria Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	1,15 0,05 1,28 0,05 0,08	2,61
1.4	(kg) Acero S275JR en vigas para las barandillas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas. Mano de obra Maquinaria Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	1,15 0,05 1,28 0,05 0,08	2,61

1.5	(m ²) Entramado metálico compuesto por rejilla de pletina de acero galvanizado tipo "TRAMEX" de 25x3 mm, formando cuadrícula de 30x30 mm y bastidor con uniones electrosoldadas, incluso corte y elaboración, acoplamiento y montaje, lijado, con capa de imprimación antioxidante.		
	Mano de obra	26,73	
	Materiales	55,46	
	Medios auxiliares	2,1	
	3 % Costes indirectos	2,54	
			86,83

Tabla 31. Cuadro de precios de la estructura inferior de las escaleras

En tercer lugar, la tabla 32 muestra el cuadro resumen de precios correspondiente a la estructura inferior de las escaleras. En esta tabla, se reflejan desglosados las mediciones, los precios unitarios y el total en € para cada uno de los capítulos necesarios:

Unidad	Denominación	Medición	Precio(€)	Total (€)
kg	Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	360,68	2,61	941,37
Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 12 mm de diámetro y 30 cm de longitud total.	4	22,35	89,4
kg	Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	91,2	2,61	238,03

kg	Acero S275JR en vigas para las barandillas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	62,878	2,61	164,11
m ²	Entramado metálico compuesto por rejilla de pletina de acero galvanizado tipo "TRAMEX" de 25x2 mm, formando cuadrícula de 30x30 mm y bastidor con uniones electrosoldadas, incluso corte y elaboración, acoplamiento y montaje, lijado, con capa de imprimación antioxidante.	3,863	86,83	335,42
Total (€)				1768,33

Tabla 32. Cuadro resumen de precios de la estructura inferior de las escaleras

De esta manera, el presupuesto de la estructura inferior de las escaleras asciende a **MIL SETECIENTOS SESENTA Y OCHO CON TREINTA Y TRES EUROS.**

5.2. Estructura superior de las escaleras

En primer lugar, la tabla 33 muestra la medición correspondiente a la estructura superior de las escaleras, dónde se reflejan los tipos de vigas y pilares que componen la estructura, así como sus principales características:

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N1/N9	HE 100 B (HEB)	5,918	0,015	120,79
		N2/N10	HE 100 B (HEB)	5,918	0,015	120,79
		N3/N11	HE 100 B (HEB)	5,918	0,015	120,79

	N4/N12	HE 100 B (HEB)	5,918	0,015	120,79
	N5/N6	IPE 100 (IPE)	1,820	0,002	14,72
	N7/N6	IPE 100 (IPE)	0,820	0,001	6,63
	N8/N7	IPE 100 (IPE)	1,820	0,002	14,72
	N8/N5	IPE 100 (IPE)	0,820	0,001	6,63
	N9/N10	IPE 100 (IPE)	1,820	0,002	14,72
	N11/N10	IPE 100 (IPE)	0,820	0,001	6,63
	N12/N11	IPE 100 (IPE)	1,820	0,002	14,72
	N12/N9	IPE 100 (IPE)	0,820	0,001	6,63
<i>Notación:</i>					
<i>Ni: Nudo inicial</i>					
<i>Nf: Nudo final</i>					

Tabla 33. Medición de los pilares y vigas de la estructura superior de las escaleras

En segundo lugar, la tabla 34 muestra el cuadro de precios correspondiente a la estructura inferior de las escaleras. En esta tabla, se reflejan desglosados en los precios la mano de obra, el importe correspondiente a la maquinaria necesaria, los materiales, los medios auxiliares necesarios y el porcentaje de costes indirectos. Finalmente, se muestra el precio por kg, unidad o m² según corresponda:

Nº	Designación	Importe parcial(€)	Importe Total (€)
	(kg) Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.		
1.1	Mano de obra	1,15	
	Maquinaria	0,05	
	Materiales	1,28	
	Medios auxiliares	0,05	
	3 % Costes indirectos	0,08	

			2,61
1.2	(Ud) Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 12 mm de diámetro y 30 cm de longitud total.		
	Mano de obra	15,33	
	Maquinaria	0,05	
	Materiales	5,89	
	Medios auxiliares	0,43	
	3 % Costes indirectos	0,65	
			22,35
1.3	(kg) Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.		
	Mano de obra	1,15	
	Maquinaria	0,05	
	Materiales	1,28	
	Medios auxiliares	0,05	
	3 % Costes indirectos	0,08	
			2,61
1.4	(kg) Acero S275JR en vigas para las barandillas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.		
	Mano de obra	1,15	
	Maquinaria	0,05	
	Materiales	1,28	
	Medios auxiliares	0,05	

	3 % Costes indirectos	0,08	2,61
1.5	(m ²) Entramado metálico compuesto por rejilla de pletina de acero galvanizado tipo "TRAMEX" de 25x3 mm, formando cuadrícula de 30x30 mm y bastidor con uniones electrosoldadas, incluso corte y elaboración, acoplamiento y montaje, lijado, con capa de imprimación antioxidante.		
	Mano de obra	26,73	
	Materiales	55,46	
	Medios auxiliares	2,1	
	3 % Costes indirectos	2,54	86,83

Tabla 34. Cuadro de precios de la estructura superior de las escaleras

En tercer lugar, la tabla 35 muestra el cuadro resumen de precios correspondiente a la estructura superior de las escaleras. En esta tabla, se reflejan desglosados las mediciones, los precios unitarios y el total en € para cada uno de los capítulos necesarios:

Unidad	Denominación	Medición	Precio(€)	Total (€)
kg	Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	483,16	2,61	1261,05
Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 12 mm de diámetro y 30 cm de longitud total.	4	22,35	89,4
kg	Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series	85,4	2,61	222,9

	IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.			
kg	Acero S275JR en vigas para las barandillas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	65,29	2,61	170,41
m ²	Entramado metálico compuesto por rejilla de pletina de acero galvanizado tipo "TRAMEX" de 25x3 mm, formando cuadrícula de 30x30 mm y bastidor con uniones electrosoldadas, incluso corte y elaboración, acoplamiento y montaje, lijado, con capa de imprimación antioxidante.	3,88	86,83	336,9
			Total (€)	2080,66

Tabla 35. Cuadro resumen de precios de la estructura superior de las escaleras

De esta manera, el presupuesto de la estructura superior de las escaleras asciende a **DOS MIL OCHENTA CON SESENTA Y SEIS EUROS**.

5.3. Soporte superior de las máquinas

En primer lugar, la tabla 36 muestra la medición correspondiente al soporte superior de las máquinas, dónde se reflejan los tipos de vigas y pilares que componen la estructura, así como sus principales características:

Tabla de medición						
Material		Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	Volumen	Peso
Tipo	Designación	(Ni/Nf)		(m)	(m ³)	(kg)
Acero laminado	S275	N3/N2	IPE 220 (IPE)	4,000	0,013	104,88
		N4/N1	IPE 220 (IPE)	4,000	0,013	104,88
		N8/N7	IPE 220 (IPE)	4,000	0,013	104,88
		N5/N9	IPE 220 (IPE)	2,500	0,008	65,55

	N6/N10	IPE 220 (IPE)	2,500	0,008	65,55
	N11/N13	IPE 220 (IPE)	4,500	0,015	117,99
	N12/N14	IPE 220 (IPE)	4,500	0,015	117,99
	N4/N3	IPE 220 (IPE)	7,000	0,023	183,53
	N1/N2	IPE 220 (IPE)	7,000	0,023	183,53
	N17/N4	HE 180 B (HEB)	5,964	0,039	305,72
	N22/N1	HE 180 B (HEB)	5,964	0,039	305,72
	N18/N16	HE 180 B (HEB)	5,964	0,039	305,72
	N21/N15	HE 180 B (HEB)	5,964	0,039	305,72
	N20/N2	HE 180 B (HEB)	5,964	0,039	305,72
	N19/N3	HE 180 B (HEB)	5,964	0,039	305,72

Notación:

Ni: Nudo inicial

Nf: Nudo final

Tabla 36. Medición de los pilares y vigas de la estructura del soporte superior de las máquinas

En segundo lugar, la tabla 37 muestra el cuadro de precios correspondiente al soporte superior de las máquinas. En esta tabla, se reflejan desglosados en los precios la mano de obra, el importe correspondiente a la maquinaria necesaria, los materiales, los medios auxiliares necesarios y el porcentaje de costes indirectos. Finalmente, se muestra el precio por kg, unidad o m² según corresponda:

Nº	Designación	Importe parcial(€)	Importe Total (€)
	(kg) Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con		

	uniones soldadas.		
1.1	Mano de obra	1,15	
	Maquinaria	0,05	
	Materiales	1,28	
	Medios auxiliares	0,05	
	3 % Costes indirectos	0,08	
			2,61
1.2	(Ud) Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 12 mm de diámetro y 30 cm de longitud total.		
	Mano de obra	19,72	
	Maquinaria	0,05	
	Materiales	12,86	
	Medios auxiliares	0,65	
	3 % Costes indirectos	1,00	
			34,28
1.3	(kg) Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.		
	Mano de obra	1,15	
	Maquinaria	0,05	
	Materiales	1,28	
	Medios auxiliares	0,05	
	3 % Costes indirectos	0,08	
			2,61
	(kg) Acero S275JR en vigas para las barandillas, con piezas simples de perfiles laminados en		

1.4	caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.		
	Mano de obra	1,15	
	Maquinaria	0,05	
	Materiales	1,28	
	Medios auxiliares	0,05	
	3 % Costes indirectos	0,08	2,61
1.5	(m ²) Entramado metálico compuesto por rejilla de pletina de acero galvanizado tipo "TRAMEX" de 25x3 mm, formando cuadrícula de 30x30 mm y bastidor con uniones electrosoldadas, incluso corte y elaboración, acoplamiento y montaje, lijado, con capa de imprimación antioxidante.		
	Mano de obra	26,73	
	Materiales	55,46	
	Medios auxiliares	2,1	
	3 % Costes indirectos	2,54	86,83

Tabla 37. Cuadro de precios correspondiente a la estructura del soporte superior de las máquinas

En tercer lugar, la tabla 38 muestra el cuadro resumen de precios correspondiente a la estructura del soporte superior. En esta tabla, se reflejan desglosados las mediciones, los precios unitarios y el total en € para cada uno de los capítulos necesarios:

Unidad	Denominación	Medición	Precio(€)	Total (€)
kg	Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	1834,32	2,61	4787,58

Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 12 mm de diámetro y 30 cm de longitud total.	6	34,28	205,68
kg	Acero S275JR en vigas con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	1048,78	2,61	2737,32
kg	Acero S275JR en vigas para las barandillas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	139,69	2,61	364,59
m ²	Entramado metálico compuesto por rejilla de pletina de acero galvanizado tipo "TRAMEX" de 25x3 mm, formando cuadrícula de 30x30 mm y bastidor con uniones electrosoldadas, incluso corte y elaboración, acoplamiento y montaje, lijado, con capa de imprimación antioxidante.	29,22	86,83	2537,17
			Total (€)	10632,34

Tabla 38. Cuadro resumen de precios de la estructura del soporte superior

De esta manera, el presupuesto de la estructura superior de las escaleras asciende a **DIEZ MIL SEISCIENTOS TREINTA Y DOS CON TREINTA Y CUATRO EUROS.**

5.4. Soporte inferior de las máquinas

En primer lugar, la tabla 39 muestra la medición correspondiente al soporte inferior de las máquinas, dónde se reflejan los tipos de vigas y pilares que componen la estructura, así como sus principales características:

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N1/N5	HE 180 B (HEB)	5,584	0,036	286,24
		N2/N6	HE 180 B (HEB)	5,584	0,036	286,24
		N3/N7	HE 180 B (HEB)	5,584	0,036	286,24
		N4/N8	HE 180 B (HEB)	5,584	0,036	286,24
		N7/N6	IPE 220 (IPE)	4,000	0,013	104,88
		N8/N5	IPE 220 (IPE)	4,000	0,013	104,88
		N9/N12	IPE 220 (IPE)	8,500	0,028	222,86
		N10/N11	IPE 220 (IPE)	8,500	0,028	222,86
		N15/N13	HE 180 B (HEB)	5,584	0,036	286,24
		N16/N14	HE 180 B (HEB)	5,584	0,036	286,24
		N8/N13	IPE 220 (IPE)	4,250	0,014	111,43
		N13/N7	IPE 220 (IPE)	4,250	0,014	111,43
		N5/N14	IPE 220 (IPE)	4,250	0,014	111,43
		N14/N6	IPE 220 (IPE)	4,250	0,014	111,43
<i>Notación:</i>						
<i>Ni: Nudo inicial</i>						
<i>Nf: Nudo final</i>						

Tabla 39. Medición de los pilares y vigas de la estructura del soporte inferior de las máquinas

En segundo lugar, la tabla 40 muestra el cuadro de precios correspondiente al soporte inferior de las máquinas. En esta tabla, se reflejan desglosados en los precios la mano de obra, el importe correspondiente a la maquinaria necesaria, los materiales, los medios auxiliares necesarios y el porcentaje de costes indirectos. Finalmente, se muestra el precio por kg, unidad o m² según corresponda:

Nº	Designación	Importe parcial (€)	Importe Total (€)
1.1	<p>(kg) Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.</p> <p>Mano de obra</p> <p>Maquinaria</p> <p>Materiales</p> <p>Medios auxiliares</p> <p>3 % Costes indirectos</p>	<p>1,15</p> <p>0,05</p> <p>1,28</p> <p>0,05</p> <p>0,08</p>	<p>2,61</p>
1.2	<p>(Ud) Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 12 mm de diámetro y 30 cm de longitud total.</p> <p>Mano de obra</p> <p>Maquinaria</p> <p>Materiales</p> <p>Medios auxiliares</p> <p>3 % Costes indirectos</p>	<p>19,72</p> <p>0,05</p> <p>12,86</p> <p>0,65</p> <p>1,00</p>	<p>34,28</p>
1.3	<p>(kg) Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.</p> <p>Mano de obra</p> <p>Maquinaria</p> <p>Materiales</p>	<p>1,15</p> <p>0,05</p> <p>1,28</p>	

	Medios auxiliares	0,05	
	3 % Costes indirectos	0,08	2,61
1.4	(kg) Acero S275JR en vigas para las barandillas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.		
	Mano de obra	1,15	
	Maquinaria	0,05	
	Materiales	1,28	
	Medios auxiliares	0,05	
	3 % Costes indirectos	0,08	2,61
1.5	(m ²) Entramado metálico compuesto por rejilla de pletina de acero galvanizado tipo "TRAMEX" de 25x3 mm, formando cuadrícula de 30x30 mm y bastidor con uniones electrosoldadas, incluso corte y elaboración, acoplamiento y montaje, lijado, con capa de imprimación antioxidante.		
	Mano de obra	26,73	
	Materiales	55,46	
	Medios auxiliares	2,1	
	3 % Costes indirectos	2,54	86,83

Tabla 40. Cuadro de precios de la estructura del soporte inferior de las máquinas

En tercer lugar, la tabla 41 muestra el cuadro resumen de precios correspondiente a la estructura inferior de las escaleras. En esta tabla, se reflejan desglosados las mediciones, los precios unitarios y el total en € para cada uno de los capítulos necesarios:

Unidad	Denominación	Medición	Precio (€)	Total (€)
kg	Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	1717,24	2,61	4482
Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 12 mm de diámetro y 30 cm de longitud total.	6	34,28	205,68
kg	Acero S275JR en vigas con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	1101,2	2,61	2874,13
kg	Acero S275JR en vigas para las barandillas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	178,864	2,61	466,84
m ²	Entramado metálico compuesto por rejilla de pletina de acero galvanizado tipo "TRAMEX" de 25x3 mm, formando cuadrícula de 30x30 mm y bastidor con uniones electrosoldadas, incluso corte y elaboración, acoplamiento y montaje, lijado, con capa de imprimación antioxidante.	35,39	86,83	3072,91
			Total (€)	11101,56

Tabla 41. Cuadro resumen de precios correspondiente a la estructura inferior de las escaleras

De esta manera, el presupuesto de la estructura inferior de las escaleras asciende a **ONCE MIL CIENTO UNO CON CINCUENTA Y SEIS EUROS.**

5.5. Trojes de almacenamiento

5.5.1. Troje primera selección

En primer lugar, la tabla 42 muestra el cuadro de precios correspondiente al troje de almacenamiento para los plásticos de la primera selección. En esta tabla, se reflejan desglosados en los precios la mano de obra, el importe correspondiente a la maquinaria necesaria, los materiales, los medios auxiliares necesarios y el porcentaje de costes indirectos. Finalmente, se muestra el precio por kg, unidad o m² según corresponda:

Nº	Designación	Importe parcial(€)	Importe Total (€)
1.1	(kg) Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.		
	Mano de obra	1,15	
	Maquinaria	0,05	
	Materiales	1,28	
	Medios auxiliares	0,05	
	3 % Costes indirectos	0,08	
			2,61
1.2	(Ud) Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 150x150 mm y espesor 10 mm, con 2 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 12 mm de diámetro y 30 cm de longitud total.		
	Mano de obra	13,25	
	Maquinaria	0,05	
	Materiales	3,29	

	Medios auxiliares	0,33	
	3 % Costes indirectos	0,51	17,43
1.3	(Ud) Acero S275JR laminado para chapas. Medidas de 2000x1000x2 mm.		
	Mano de obra	39,99	
	Maquinaria	1,74	
	Materiales	29,93	
	Medios auxiliares	1,74	
	3 % Costes indirectos	2,2	75,6
1.4	(Ud) Acero S275JR laminado para chapas. Medidas de 2000x4500x2 mm.		
	Mano de obra	39,99	
	Maquinaria	1,74	
	Materiales	134,69	
	Medios auxiliares	1,74	
	3 % Costes indirectos	3,34	181,5

Tabla 42. Cuadro de precios del troje de almacenamiento de la primera selección

En segundo lugar, la tabla 43 muestra el cuadro resumen de precios correspondiente al troje de almacenamiento de la primera selección. En esta tabla, se reflejan desglosados las mediciones, los precios unitarios y el total en € para cada uno de los capítulos necesarios:

Unidad	Denominación	Medición	Precio (€)	Total (€)
kg	Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	80,44	2,61	209,95

Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 150x150 mm y espesor 10 mm, con 2 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 12 mm de diámetro y 30 cm de longitud total.	4	17,43	69,72
Ud	Acero S275JR laminado para chapas. Medidas de 2000x1000x2 mm.	1	75,6	75,6
Ud	(Ud) Acero S275JR laminado para chapas. Medidas de 2000x4500x2 mm.	2	181,5	363
			Total (€)	718,27

Tabla 43. Cuadro resumen de precios del troje de almacenamiento de la primera selección

De esta manera, el presupuesto del troje de almacenamiento para la primera selección asciende a **SETECIENTOS DIECIOCHO CON VEINISIETE EUROS**.

5.5.2. Trojes de almacenamiento para la segunda selección

En primer lugar, la tabla 44 muestra el cuadro de precios correspondiente a los trojes de almacenamiento para los plásticos de la segunda selección. En esta tabla, se reflejan desglosados en los precios la mano de obra, el importe correspondiente a la maquinaria necesaria, los materiales, los medios auxiliares necesarios y el porcentaje de costes indirectos. Finalmente, se muestra el precio por kg, unidad o m² según corresponda:

Nº	Designación	Importe parcial (€)	Importe Total (€)
	(kg) Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.		
1.1	Mano de obra	1,15	
	Maquinaria	0,05	

	Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	1,28 0,05 0,08	2,61
1.2	(Ud) Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 150x150 mm y espesor 10 mm, con 2 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 12 mm de diámetro y 30 cm de longitud total. Mano de obra Maquinaria Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	13,25 0,05 3,29 0,33 0,51	17,43
1.3	(Ud) Acero S275JR laminado para chapas. Medidas de 2000x3000x2 mm. Mano de obra Maquinaria Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	39,99 1,74 89,79 1,74 3,98	137,24
1.4	(Ud) Acero S275JR laminado para chapas. Medidas de 2000x4500x2 mm. Mano de obra Maquinaria Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	39,99 1,74 134,69 1,74 5,34	

			183,5
--	--	--	-------

Tabla 44. Cuadro de precios correspondiente a los trojes de almacenamiento para los plásticos de la segunda selección

En segundo lugar, la tabla 45 muestra el cuadro resumen de precios correspondiente a los trojes de almacenamiento de la segunda selección. En esta tabla, se reflejan desglosados las mediciones, los precios unitarios y el total en € para cada uno de los capítulos necesarios:

Unidad	Denominación	Medición	Precio(€)	Total (€)
kg	Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.	160,88	2,61	419,9
Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 150x150 mm y espesor 10 mm, con 2 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 12 mm de diámetro y 30 cm de longitud total.	8	17,43	139,44
Ud	Acero S275JR laminado para chapas. Medidas de 2000x3000x2 mm.	1	137,24	137,24
Ud	Acero S275JR laminado para chapas. Medidas de 2000x4500x2 mm.	6	183,5	1101
			Total (€)	1797,58

Tabla 45. Cuadro resumen de precios del troje de almacenamiento de la segunda selección

De esta manera, el presupuesto del troje de almacenamiento para la segunda selección asciende a **MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SIETE CON CINCUENTA Y OCHO EUROS**.

5.6. Presupuesto final piezas estructurales

En la tabla 46 se muestra un resumen del presupuesto final de todas las piezas estructurales que forman la escalera y los soportes de la estructura:

Estructura	Precio(€)
Inferior de la escalera	1768,33
Superior de la escalera	2080,66
Soporte superior	10632,34
Soporte inferior	11101,56
Troje primera selección	718,27
Trojes segunda selección	1757,58
Total (€)	28058,74

Tabla 46. Resumen del presupuesto final de todas las piezas estructurales

De esta manera, el presupuesto final de las piezas estructurales asciende a **VEINTIOCHO MIL CINCUENTA Y OCHO CON SETENTA Y CUATRO EUROS.**

6. TORNILLERÍA

El apartado de tornillería incluirá la medición de la cantidad de tornillos, tuercas y arandelas necesarios para realizar el montaje de toda la estructura metálica. Se ha elegido el proveedor HILTI. De esta manera, de la tabla 47 a la 49, se muestran las características principales y su precio de los accesorios metálicos necesarios:

Tornillos hexagonales:

Descripción	Longitud de rosca (mm)	Unidades en el embalaje	Precio embalaje (€)
M8	35	100	41,04
		50	23,52
M12	50	50	71,08
M20	50	25	70,33

Tabla 47. Precio de los embalajes de los tornillos hexagonales

Tuercas hexagonales:

Descripción	Altura (mm)	Unidades en el embalaje	Precio embalaje(€)
M8	7	100	10,72
		50	7,36
M12	10	50	17,55
M20	16	25	43,96

Tabla 48. Precio de los embalajes de las tuercas hexagonales

Arandelas:

Descripción	Diámetro interior (mm)	Unidades en el embalaje	Precio embalaje(€)
M8	8,4	100	24,26

		50	14,13
M12	13	50	42,12
M20	21	25	48,36

Tabla 49. Precio de los embalajes de las arandelas

De esta manera, de la tabla 50 hasta la 52, se muestra la medición de los accesorios que se necesitarán y el precio final de cada accesorio:

Tornillos hexagonales:

Descripción	Unidades que se necesitan	Unidades en el embalaje	Precio embalaje(€)
M8	112	100	41,04
		50	23,52
M12	28	50	71,08
M20	8	25	70,33
Precio total (€)			205,97

Tabla 50. Precio total tornillos hexagonales

Tuercas hexagonales:

Descripción	Unidades que se necesitan	Unidades en el embalaje	Precio embalaje(€)
M8	112	100	10,72
		50	7,36
M12	28	50	17,55
M20	8	25	43,96
Precio Total (€)			79,79

Tabla 51. Precio total tuercas hexagonales

Arandelas:

Descripción	Unidades que se necesitan	Unidades en el embalaje	Precio embalaje(€)
M8	112	100	24,26
		50	14,13
M12	28	50	42,12
M20	8	25	48,36
Precio Total (€)			128,87

Tabla 52. Precio total arandelas

Por último, la tabla 53 mostrará el presupuesto total del apartado de tornillería del presente proyecto:

Elementos	Precios(€)
Tornillos hexagonales	205,97
Tuercas hexagonales	79,79
Arandelas	128,87
Precio Total (€)	414,63

Tabla 53. Precio total tornillería

Así pues, el presupuesto de la tornillería necesaria para el proyecto asciende a **CUATROCIENTOS CATORCE CON SESENTA Y TRES EUROS.**

7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En este apartado, se mostrará el presupuesto de la instalación eléctrica necesaria para la implantación de las máquinas separadoras de plásticos en la nave, por medio del programa informático Cype. Partiendo de una de las líneas de reserva de las que dispone la nave, se han tenido que realizar una serie de instalaciones las cuáles se describirán a continuación.

7.1. Cableado

En la siguiente tabla 54, se muestra la medición del cableado necesario para la implantación de los nuevos 6 circuitos eléctricos en la nave. Destacar que se han tenido en cuenta la longitud máxima desde el cuadro existente hasta el lugar de la instalación en un recorrido de ida y vuelta. También se ha añadido un 10% adicional de cantidad de cable, frente a posibles necesidades durante la instalación.

Unidad	Descripción	Medición
m	(C11) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	277,2
m	(C12) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2.5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	215,2
m	(C13) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2.5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	185,5
m	(C14) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2.55 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	225,8
m	(C15) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2.5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	215,2

m	(C16) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2.5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	20
---	--	----

Tabla 54. Medición del cableado necesario

En segundo lugar, se muestran en la tabla 55, los precios unitarios descompuestos. Dentro de cada uno de ellos, se incluyen los costes de montaje, incluyendo el oficial y ayudante de electricista, los medios auxiliares necesarios y los costes indirectos

Nº	Designación	Importe parcial (€)	Importe total (€)
1.1	(m) (C11) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Mano de obra Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	 0,54 0,4 0,02 0,03	 0,99
1.2	(m) (C12) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Mano de obra Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	 0,54 0,4 0,02 0,03	 0,99

1.3	(m) (C13) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Mano de obra Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	0,54 0,4 0,02 0,03	0,99
1.4	(m) (C14) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Mano de obra Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	0,54 0,4 0,02 0,03	0,99
1.5	(m) (C15) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Mano de obra Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	0,54 0,4 0,02 0,03	0,99
1.6	(m) (C16) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.		

Mano de obra	0,54	
Materiales	0,4	
Medios auxiliares	0,02	
3 % Costes indirectos	0,03	0,99

Tabla 55. Precios unitarios descompuestos del cableado

Por último, la tabla 56, mostrará el cuadro resumen de precios correspondiente al cableado necesario para satisfacer los seis nuevos circuitos. En esta tabla, se reflejan desglosados las mediciones, los precios unitarios y el total en € para cada uno de los capítulos necesarios:

Descripción	Medición	Precio unitario (€)	Importe (€)
(m). (C11) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	277,2	1,81	501,73
(m). (C12) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	215,2	0,99	213,05
(m). (C13) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	185,5	0,99	183,65
(m). (C14) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	225,8	0,99	223,54

(m). (C15) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	215,2	0,99	213,05
(m). (C16) Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	20	0,99	19,8
Total (€)			1354,82

Tabla 56. Cuadro resumen de precios del cableado necesario

De esta manera, el presupuesto final del cableado de la instalación asciende a **MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO CON OCHENTA Y DOS EUROS**.

7.2. Canalización

En la siguiente tabla 57, se muestra la medición de la cantidad de tubo necesario para la implantación de los nuevos 6 circuitos eléctricos en la nave. Destacar que se han tenido en cuenta la longitud máxima desde el cuadro existente hasta el lugar de la instalación. Además se ha añadido un 10% adicional de cantidad de tubo, frente a posibles necesidades durante la instalación.

Unidad	Descripción	Medición
m	(C11) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.	46,2
m	(C12) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.	35,86
m	(C13) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.	30,9

m	(C14) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.	30,9
m	(C15) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.	37,7
m	(C15) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.	2

Tabla 57. Medición de tubo necesario

En segundo lugar, se muestran en la tabla 58, los precios unitarios descompuestos. Dentro de cada uno de ellos, se incluyen los costes de montaje, incluyendo el oficial y ayudante de electricista, los medios auxiliares necesarios y los costes indirectos.

Nº	Designación	Importe parcial (€)	Importe total (€)
1.1	(m) (C11) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.		
	Mano de obra	2,40	
	Materiales	1,14	
	Medios auxiliares	0,07	
	3 % Costes indirectos	0,11	
			3,72
	(m) (C12) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.		

1.2	Mano de obra Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	2,40 1,14 0,07 0,11	3,72
1.3	(m) (C13) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547. Mano de obra Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	2,40 1,14 0,07 0,11	3,72
1.4	(m) (C14) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547. Mano de obra Materiales Medios auxiliares 3 % Costes indirectos	2,40 1,14 0,07 0,11	3,72
	(m) (C15) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.		

1.5	Mano de obra	2,40	
	Materiales	1,14	
	Medios auxiliares	0,07	
	3 % Costes indirectos	0,11	3,72
1.6	(m) (C16) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.		
	Mano de obra	2,40	
	Materiales	1,14	
	Medios auxiliares	0,07	
	3 % Costes indirectos	0,11	3,72

Tabla 58. Precios unitarios descompuestos del tubo necesario

Por último, la tabla 59, mostrará el cuadro resumen de precios correspondiente a la cantidad de tubo necesaria para satisfacer los seis nuevos circuito. En esta tabla, se reflejan desglosados las mediciones, los precios unitarios y el total en € para cada uno de los capítulos necesarios:

Descripción	Medición (m)	Precio unitario (€)	Importe (€)
(m) (C11) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.	46,2	3,72	171,86

(m) (C12) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.	35,86	3,72	133,4
(m) (C13) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.	30,9	3,72	114,95
(m) (C14) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.	30,9	3,72	114,95
(m) (C15) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.	37,7	3,72	140,24
(m) (C16) Canalización fija en superficie de tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.	2	3,72	7,44
		Total (€)	682,84

Tabla 59. Cuadro resumen de precios del tubo necesario

De esta manera, el presupuesto final de la canalización de la instalación asciende a **SEISCIENTOS OCHENTA Y DOS CON OCHENTA Y CUATRO EUROS.**

7.3. Interruptores magnetotérmicos

En la siguiente tabla 60, se muestra la medición de los nuevos interruptores magnetotérmicos que habrá que añadir al cuadro eléctrico de la nave para satisfacer los 6 circuitos que se han creado para implementar las máquinas.

Unidad	Descripción	Medición
Ud	(C11) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C.	1
Ud	(C12) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C.	1
Ud	(C13) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C.	1
Ud	(C14) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, poder de corte 6 kA, curva C.	1
Ud	(C15) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C.	1
Ud	(C16) Interruptor automático magnetotérmico, de 3 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 50 A, poder de corte 6 kA, curva C.	1

Tabla 60. Medición de interruptores magnetotérmicos

En segundo lugar, se muestran en la tabla 61, los precios unitarios descompuestos. Dentro de cada uno de ellos, se incluyen los costes de montaje, incluyendo el oficial y ayudante de electricista, los medios auxiliares necesarios y los costes indirectos.

Nº	Designación	Importe parcial (€)	Importe total (€)
----	-------------	------------------------	----------------------

1.1	(Ud) (C11) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C.		
	Mano de obra	7,25	
	Materiales	17,94	
	Medios auxiliares	0,50	
	3 % Costes indirectos	0,77	26,46
1.2	(Ud) (C12) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C.		
	Mano de obra	7,25	
	Materiales	17,94	
	Medios auxiliares	0,50	
	3 % Costes indirectos	0,77	26,46
1.3	(Ud) (C13) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C.		
	Mano de obra	7,25	
	Materiales	17,94	
	Medios auxiliares	0,50	
	3 % Costes indirectos	0,77	26,46

1.4	(Ud) (C14) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C.		
	Mano de obra	7,25	
	Materiales	17,94	
	Medios auxiliares	0,50	
	3 % Costes indirectos	0,77	
			26,46
1.5	(Ud) (C15) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, poder de corte 6 kA, curva C.		
	Mano de obra	7,25	
	Materiales	17,94	
	Medios auxiliares	0,50	
	3 % Costes indirectos	0,77	
			26,46
1.6	(C16) Interruptor automático magnetotérmico, de 3 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 50 A, poder de corte 6 kA, curva C.		
	Mano de obra	7,25	
	Materiales	17,94	
	Medios auxiliares	0,50	
	3 % Costes indirectos	0,77	
			102,94

Tabla 61. Precios unitarios descompuestos de los interruptores magnetotérmicos

Por último, la tabla 62, mostrará el cuadro resumen de precios correspondiente a los interruptores magneto térmicos para satisfacer los seis nuevos circuitos. En esta tabla, se reflejan desglosados las mediciones, los precios unitarios y el total en € para cada uno de los capítulos necesarios:

Descripción	Medición (Ud)	Precio unitario (€)	Importe (€)
(Ud) (C11) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C.	1	26,46	26,46
(Ud) (C12) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C.	1	26,46	26,46
(Ud) (C13) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C.	1	26,46	26,46
(Ud) (C14) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C.	1	26,46	26,46
(Ud) (C15) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, poder de corte 6 kA, curva C.	1	26,46	26,46
(Ud) (C16) Interruptor automático magnetotérmico, de 3 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 50 A, poder de corte 6 kA, curva C.	1	102,94	102,94
		Total (€)	235,24

Tabla 62. Cuadro resumen de precios de los interruptores magnetotérmicos

De esta manera, el presupuesto final de los interruptores magnetotérmicos de la instalación asciende a **DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO CON VEINTICUATRO EUROS**.

7.4. Interruptores diferenciales

En la siguiente tabla 63, se muestra la medición de los nuevos interruptores diferenciales que habrá que añadir al cuadro eléctrico de la nave para satisfacer los 6 circuitos que se han creado para implementar las máquinas.

Unidad	Descripción	Medición
Ud	(C11) Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.	1
Ud	(C12) Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.	1
Ud	(C13) Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.	1
Ud	(C14) Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.	1
Ud	(C15) Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.	1
Ud	(C16) Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 50 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.	1

Tabla 63. Medición de interruptores magnetotérmicos

	Medios auxiliares	2,85	
	3 % Costes indirectos	4,36	149,6
1.4	(Ud) (C14) Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.		
	Mano de obra	7,25	
	Materiales	98,34	
	Medios auxiliares	2,85	
	3 % Costes indirectos	3,25	111,69
1.5	(Ud) (C15) Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.		
	Mano de obra	7,25	
	Materiales	115,45	
	Medios auxiliares	2,85	
	3 % Costes indirectos	3,77	129,32
1.6	(C16) Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 50 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.		
	Mano de obra	24,08	
	Materiales	227,03	
	Medios auxiliares	4,35	
	3 % Costes indirectos	7,67	263,12

Tabla 64. Precios unitarios descompuestos de los interruptores magnetotérmicos

Por último, la tabla 65, mostrará el cuadro resumen de precios correspondiente a los interruptores diferenciales para satisfacer los seis circuitos. En esta tabla, se reflejan desglosados las mediciones, los precios unitarios y el total en € para cada uno de los capítulos necesarios:

Descripción	Medición (Ud)	Precio unitario (€)	Importe (€)
(Ud) (C11) Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.	1	149,6	149,6
(Ud) (C12) Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.	1	149,6	149,6
(Ud) (C13) Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.	1	149,6	149,6
(Ud)(C14) Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.	1	111,69	111,69
(Ud) (C15) Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.	1	129,32	129,32

(Ud) (C16) Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 50 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.	1	263,12	263,12
		Total (€)	952,93

Tabla 65. Cuadro resumen de precios de los interruptores magnetotérmicos

De esta manera, el presupuesto final de los interruptores diferenciales de la instalación asciende a **NOVECIENTOS CINCUENTA Y DOS CON NOVENTA Y TRES EUROS**.

7.5. Tomas de corriente

En la siguiente tabla 66, se muestra la medición de la cantidad de tomas de corriente que será necesario añadir a la nave para satisfacer los 5 circuitos que se han creado para implementar las máquinas.

Unidad	Descripción	Medición
Ud	Base de enchufe tipo industrial, para montaje superficial, 2P+T.T., 32 A. 230 V., con protección IP447, totalmente instalada.	10

Tabla 66. Medición de tomas de corriente necesarias

En segundo lugar, se muestran en la tabla 67, los precios unitarios descompuestos. Dentro de cada uno de ellos, se incluyen los costes de montaje, incluyendo el oficial y ayudante de electricista, los medios auxiliares necesarios y los costes indirectos.

Nº	Designación	Importe parcial (€)	Importe total (€)
----	-------------	------------------------	----------------------

1.1	(Ud) Base de enchufe tipo industrial, para montaje superficial, 2P+T.T., 32 A. 230 V., con protección IP447, totalmente instalada.		
	Mano de obra	2,86	
	Materiales	6,51	
	3 % Costes indirectos	0,28	
			9,65

Tabla 67. Precios unitarios descompuestos de las tomas de corriente

Por último, la tabla 68, mostrará el cuadro resumen de precios correspondiente a las tomas de corriente para satisfacer los cinco nuevos circuitos. En esta tabla, se reflejan desglosados las mediciones, los precios unitarios y el total en €:

Descripción	Medición (Ud)	Precio unitario (€)	Importe (€)
(Ud) Base de enchufe tipo industrial, para montaje superficial, 2P+T.T., 32 A. 230 V., con protección IP447, totalmente instalada.	10	9,65	96,5
		Total (€)	96,5

Tabla 68. Cuadro resumen de precios de las tomas de corriente

De esta manera, el presupuesto final de las tomas de corriente de la instalación asciende a **NOVENTA Y SEIS CON CINCUENTA EUROS**.

7.6. Sistemas de alimentación ininterrumpida

En la siguiente tabla 69, se muestra la medición y las características principales del sistema de alimentación ininterrumpida del que se dotará a la nueva instalación realizada.

Unidad	Descripción	Medición
--------	-------------	----------

Ud	Sistema de alimentación ininterrumpida Off-Line, de 2 kVA de potencia, para alimentación monofásica.	1
----	--	---

Tabla 69. Medición de sistema de alimentación ininterrumpida

En segundo lugar, se muestran en la tabla 70, los precios unitarios descompuestos. Dentro de ellos, se incluyen los costes de montaje, incluyendo el oficial y ayudante de electricista, los medios auxiliares necesarios y los costes indirectos.

Nº	Designación	Importe parcial (€)	Importe total (€)
1.1	(Ud) Sistema de alimentación ininterrumpida Off-Line, de 2 kVA de potencia, para alimentación monofásica.		
	Mano de obra	52,83	
	Materiales	766,30	
	Medios auxiliares	16,38	
	3 % Costes indirectos	25,07	
			860,58

Tabla 70. Precios unitarios descompuestos del SAI

Por último, la tabla 71, mostrará el cuadro resumen de precios correspondiente, donde se reflejan desglosados las mediciones, los precios unitarios y el total en €:

Descripción	Medición (Ud)	Precio unitario (€)	Importe (€)
(Ud) Sistema de alimentación ininterrumpida Off-Line, de 2 kVA de potencia, para alimentación monofásica.	1	860,58	860,58
		Total (€)	860,58

Tabla 71. Cuadro resumen de precios del SAI

De esta manera, el presupuesto final del SAI de la instalación asciende a **OCHOCIENTOS SESENTA CON CINCUENTA Y OCHO EUROS.**

7.7. Presupuesto final instalación eléctrica

En la tabla 72 se muestra un resumen del presupuesto final de toda la instalación eléctrica necesaria que se ha descrito anteriormente:

Descripción	Precio(€)
Cableado	1354,82
Canalización	682,84
Interruptores magnetotérmicos	235,24
Interruptores diferenciales	952,93
Tomas de corriente	96,5
SAI	860,58
Total (€)	4182,91

Tabla 72. Presupuesto final de la instalación eléctrica

De esta manera, el presupuesto final de la instalación eléctrica asciende a **CUATRO MIL CIENTO OCHENTA Y DOS CON NOVENTA Y UN EUROS.**

8. SEGURIDAD Y SALUD

En este apartado se indicará el presupuesto de todos los útiles necesarios en materia de seguridad y salud.

8.1. Higiene y bienestar

8.1.1. Locales prefabricados

Descripción	Medición (m ²)	Precio unitario (€)	Importe (€)
VESTUARIO Y ASEOS EN OBRA			
Caseta modulada ensamblable para vestuario y aseos en obras de duración entre 15 y 30 días formada por estructura de perfiles laminados en frío, cerramientos y cubierta de panel sándwich en chapa prelacada por ambas caras, aislamiento con espuma de poliuretano, carpintería de aluminio anodizado con vidriería, rejas de protección y suelo con soporte de perfilera, tablero fenólico y pavimento comprendiendo distribución interior, instalaciones y aparatos sanitarios, incluso preparación del terreno, cimentación, soportes de hormigón H-20 armado con acero B400S, placas de asiento, conexión de instalaciones, transportes, colocación y desmontaje según la normativa vigente, y valorada en función del número óptimo de utilizaciones	20	96,18	1923,60
		Total (€)	1923,60

Tabla 73. Presupuesto locales prefabricados

8.1.2. Equipamiento de locales prefabricados

Descripción	Medición (m²)	Precio unitario (€)	Importe (€)
AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL ASEOS Amueblamiento provisional en local para aseos comprendiendo perchas, jaboneras, secamanos automático, espejos, portarrollos y cubo de basura totalmente terminado, incluso desmontaje y según la normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie útil de local amueblado.	20	10,51	210,20
AMUEBLAMIENTO PROVISIONAL SALA CURAS Amueblamiento provisional en local para primeros auxilios o sala de curas comprendiendo camillas fija y transportable, botiquín portátil, taquillas de cristal para medicamentos e instrumental, mesa, asientos, percha y papelera totalmente terminado, incluso desmontaje y según la normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie útil de local amueblado.	20	26,17	523,40
Total (€)			733,60

Tabla 74. Presupuesto de equipamiento de locales prefabricados

8.1.3. Presupuesto higiene y bienestar

Capítulo	Precio(€)
Locales prefabricados	1923,60

Equipamiento de locales prefabricados	733,60
Total (€)	2657,20

Tabla 75. Presupuesto higiene y bienestar

8.2. Protecciones individuales

8.2.1. Equipamiento individual

Descripción	Medición (ud)	Precio unitario (€)	Importe (€)
CASCO DE SEGURIDAD HOMOLOGADO Casco de seguridad homologado.	10	5,53	55,30
MONO DE TRABAJO Mono de trabajo. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	10	23,46	234,60
TRAJE COMPLETO SOLDADOR Traje completo compuesto de chaqueta y pantalón para trabajos de soldadura. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	2	27,08	54,16
MANDIL SOLDADURA Mandil para trabajos de soldadura fabricado en cuero con sujeción a cuello y cintura a través de correa. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	2	18,47	36,94
CHALECO REFLECTANTE Chaleco reflectante para obras (trabajos nocturnos) compuesto de cinturón y tirantes de tela reflectante, valorado en función del número óptimo de utilizaciones. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D.	10	15,33	153,30

1407/92.			
SEMI-MASCARILLA ANTIPOLVO 2 FILTROS			
Semi-mascarilla antipolvo doble filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	10	15,21	152,10
PAR GUANTES DE NEOPRENO			
Par de guantes de neopreno. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	10	2,57	25,70
PAR DE BOTAS AISLANTES			
Par de botas aislantes para electricista hasta 5.000 V. de tensión (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	10	14,42	144,20
Total (€)			856,30

Tabla 76. Presupuesto equipamiento individual

8.2.2. Pantallas de protección

Descripción	Medición (ud)	Precio unitario (€)	Importe (€)
PANTALLA SOLDADOR ELÉCTRICA DE MANO Pantalla de soldadura eléctrica de mano, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antiinflamable, homologada	2	8,95	17,90
PANTALLA SOLDADURA ELÉCTRICA CASCO Pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, mirilla abatible, adaptable al casco, resistente a la perforación y penetración por objeto candente,	2	23,59	47,18

antiinflamable, homologada.			
PANTALLA SOLDADURA OXIACETILÉNICA CABEZA Pantalla de soldadura oxiacetilénica abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antiinflamable, adaptable a la cabeza mediante sistema de carraca, homologada	2	9,28	18,56
PANTALLA DE SEGURIDAD Pantalla de seguridad para la protección contra la proyección de partículas, homologada.	2	11,06	22,12
Total (€)			105,76

Tabla 77. Presupuesto pantallas de protección

8.2.3. Mascarillas de protección

Descripción	Medición (ud)	Precio unitario (€)	Importe (€)
MASCARILLA SOLDADOR 2 VÁLVULAS Mascarilla respiratoria con dos válvulas, fabricada en material antialérgico y atóxico, con filtros intercambiables para humos de soldadura, homologada.	2	18,50	37
MASCARILLA POLVO 1 VÁLVULA Mascarilla respiratoria con una válvula, fabricada en material antialérgico y atóxico, con filtros intercambiables para polvo, homologada.	10	16,05	160,50
MASCARILLA PINTURA 1 VÁLVULA Mascarilla respiratoria con una válvula, fabricada en material antialérgico y atóxico, con filtros inter-	3	27,89	83,67

cambiables para pintura, homologada.			
MASCARILLA CELULOSA Mascarilla autofiltrante de celulosa para trabajo con polvo y humos, homologada.	10	2,49	24,90
Total (€)			306,07

Tabla 78. Presupuesto mascarillas de protección

8.2.4. Protecciones visuales

Descripción	Medición (ud)	Precio unitario (€)	Importe (€)
GAFAS VNILO VISOR POLICARBONATO Gafas de montura de vinilo con pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior antichoque y cámara de aire entre las dos pantallas, para trabajos con riesgo de impactos en los ojos, homologadas.	10	13,56	135,60
GAFAS VNILO DOBLE PANTALLA Gafas de montura de vinilo con pantalla exterior de policarbonato y pantalla interior antiempañante, con cámara de aire entre las dos pantallas, para trabajos en ambientes pulverulentos, homologadas.	10	13,56	135,60
Total (€)			271,20

Tabla 79. Presupuesto protecciones visuales

8.2.5. Protecciones auditivas

Descripción	Medición (ud)	Precio unitario (€)	Importe (€)
OREJERAS ANTIRUIDO Amortiguador de ruido fabricado con casquetes ajustables de almohadillas recambiables, homologado	5	13,53	67,65
OREJERAS ADAPTABLES CASCO Amortiguador de ruido fabricado con casquetes ajustables de almohadillas recambiables para su uso optativo, adaptable al casco de seguridad o sin adaptarlo, homologado.	5	16,53	85,65
PAR TAPONES ANTIRUIDO PVC Par de tapones antirruído fabricados en cloruro de polivinilo, homologados.	100	0,61	61
		Total (€)	214,30

Tabla 80. Presupuesto protecciones auditivas

8.2.6. Cinturones de seguridad

Descripción	Medición (ud)	Precio unitario (€)	Importe (€)
CINTURÓN SEGURIDAD CAÍDA C/MUELLE Cinturón de seguridad de caída con arnés en fibra de poliéster, elemento de amarre con cuerda de poliamida 6 sujeta al cinturón mediante piquete y acoplamiento al extremo de un muelle amortiguador destinado a frenar el impacto de caída, homologado.	3	111,19	333,57

CINTURÓN SEGURIDAD SUJECCIÓN POLIESTER Cinturón de seguridad de sujeción fabricado con poliéster, anillas de acero estampado con resistencia superior a 115 kg/mm ² , hebilla con mordiente de acero estampado, cuerda de amarre de alta tenacidad y 1,00 m de longitud fabricada en nylon y mosquetón de cierre, homologado.	10	16,93	169,30
CINTURÓN ANTIVIBRATORIO Cinturón de seguridad antivibratorio para protección de los riñones, homologado.	10	23,99	239,90
Total (€)			742,77

Tabla 81. Presupuesto cinturones de seguridad

8.2.7. Presupuesto protecciones individuales

Capítulo	Precio (€)
Equipamiento individual	856,30
Pantallas de protección	105,76
Mascarillas de protección	306,07
Protecciones visuales	271,20
Protecciones auditivas	214,30
Cinturones de seguridad	742,77
Total (€)	2496,40

Tabla 82. Presupuesto protecciones individuales

8.3. Protecciones Colectivas

8.3.1. Señalización

Descripción	Medición (ud)	Precio unitario (€)	Importe (€)
<p>SEÑAL PELIGRO 1,35 m</p> <p>Suministro y colocación de señal de peligro reflectante tipo "A" de 1,35 m con trípode de acero galvanizado de acuerdo con las especificaciones y modelos del MOPTMA valorada según el número óptimo de utilizaciones.</p>	5	38,85	194,25
<p>SEÑAL PERCEPTIVA 0,60 m</p> <p>Suministro y colocación de señal preceptiva reflectante tipo "B" de 0,60 m con trípode de acero galvanizado de acuerdo con las especificaciones y modelos del MOPTMA valorada según el número óptimo de utilizaciones.</p>	10	12,92	129,20
<p>PANEL DIRECCIONAL 1,50x0,45</p> <p>Suministro y colocación de panel direccional provisional reflectante de 1,50x0,45 m sobre soportes con base en T de acuerdo con las especificaciones y modelos del MOPTMA valorado según el número óptimo de utilizaciones.</p>	5	23,68	118,40
<p>SEÑAL OBLIGACIÓN CON SOPORTE</p> <p>Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo obligación de 45x33 cm con soporte metálico de 50 mm de diámetro de acuerdo con R.D. 485/97, incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones.</p>	2	13,66	27,32

SEÑAL PROHIBICIÓN 45x33 cm Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo prohibición de 45x33 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones.	5	6,14	30,70
SEÑAL ADVERTENCIA 45x33 cm Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo advertencia de 45x33 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones.	2	6,14	12,28
SEÑAL INFORMACIÓN 60x40 cm Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo información de 60x40 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones.	2	9,31	18,62
CONO BALIZAMIENTO 50 cm Suministro y colocación de cono de balizamiento reflectante de 50 cm de acuerdo con las especificaciones y modelos del MOPTMA valorado en función del número óptimo de utilizaciones.	10	16,07	160,70
LÁMPARA INTERMITENTE Suministro y colocación de lámpara intermitente con célula fotoeléctrica sin pilas, de acuerdo con los modelos y especificaciones del MOPTMA, valorada en función del número óptimo de utilizaciones.	10	13,11	131,10
CORDÓN DE BALIZAMIENTO (por m) Suministro y colocación de cordón de balizamiento reflectante sobre soporte de acero galvanizado de diámetro 10 mm de acuerdo con las especificaciones y modelos del MOPTMA, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.	100	2,89	289

BARRERA NEW JERSEY Barrera tipo New Jersey ensamblable de 100x80x40 de material plástico hueco lastrable.	20	35,43	708,60
PANEL COMPLETO PVC 700x1000 mm Panel completo serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm de espesor nominal. Tamaño 700x1000 mm. Válido para incluir hasta 15 símbolos de señales, incluso textos "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra", incluida colocación.	4	11,95	47,80
Total (€)			1867,97

Tabla 83. Presupuesto señalización

8.3.2. Protección contra caídas

UDs	Descripción	Medición	Precio unitario (€)	Importe (€)
m²	PROTECCIÓN VACÍO CUBIERTA RED SEGURIDAD Colocación y desmontaje de protección de vacío durante la ejecución de cubierta metálica con red de seguridad de poliamida, incluso p.p.de anclaje de cable para sujeción de red y de cable, según OLCVC (O.M.Sept.70), valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie de cubierta protegida.	100	2,10	210
m²	PROTECCIÓN VACÍO HUECO RED SEGURIDAD Colocación y desmontaje de protección de hueco de patio o huecos horizontales en general con red de seguridad de poliamida, incluso p.p.de anclaje de cable para sujeción de red y de cable, según	100	4,22	422

	OLCVC (O.M.Sept.70), valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie del hueco protegida.			
m	BARANDILLA 90 cm BORDE VACIADO Barandilla de 0,90 m de altura en protección de perímetro de vaciado formada por soportes metálicos y 3 tablonces horizontales de madera (pasamanos, intermedio y plinto), incluidos el montaje y desmontaje de la misma, así como la p.p. de pequeño material, según la normativa vigente.	25	9,86	246,50
m	BARANDILLA 1 m "SARGENTO" ESCALERA Barandilla de protección de 1 m de altura en perímetro de escalera tipo "sargento" con soportes metálicos y tres tablonces horizontales, incluso colocación y desmontaje según la normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones	10	12,78	127,80
m	CABLE SEGURIDAD CINTURONES Cable de seguridad para anclaje de cinturones individuales, incluyendo montaje, desmontaje y p.p. de elementos complementarios, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.	20	4,60	92
m	MALLA POLIETILENO DE SEGURIDAD Malla de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1 m de altura, tipo stopper, i/colocación y desmontaje (amortizable en 3 usos). s/R.D. 486/97.	20	2,05	41
Total (€)				1139,30

Tabla 84. Presupuesto protección contra caídas

8.3.3. Seguridad contra incendios

Descripción	Medición (ud)	Precio unitario (€)	Importe (€)
EXTINTOR POLVO SECO 6 kg Extintor manual AFPG de polvo seco polivalente A, B, C, E de 6 kg colocado sobre soporte fijado a paramento vertical incluso p.p. de pequeño material, recargas y desmontaje según la normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.	3	43,69	131,07
Total (€)			131,07

Tabla 85. Presupuesto seguridad contra incendio

8.3.4. Presupuesto protecciones colectivas

Capítulo	Precio(€)
Señalización	1867,97
Protección contra caídas	1139,30
Seguridad contra incendios	131,07
Total (€)	3138,34

Tabla 86. Presupuesto protecciones colectivas

8.4. Presupuesto final seguridad y salud

Capítulo	Precio(€)
Higiene y bienestar	2657,20
Protecciones individuales	2496,20
Protecciones colectivas	3138,34
Total (€)	8291,74

Tabla 87. Presupuesto final seguridad y salud

De esta manera, el presupuesto de seguridad y salud asciende a **OCHO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y UNO CON SETENTA Y CUATRO EUROS.**

9. MÁQUINAS

En este apartado, se indicará el precio de cada una de las máquinas que se implementarán en la nave.

Máquina	Unidades	Precio(€)
Máquina vibratoria	1	85000
Pellenc Mistral single eject	1	150000
Pellenc Mistral dual eject	1	200000
Cinta transportadora Camprodón 9m	1	5418,30
Cinta transportadora Camprodón 6m	4	19288,64
	Total (€)	459706,94

Tabla 88. Presupuesto máquinas

De esta manera, el presupuesto final de las máquinas asciende a **CUATROCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS SEIS CON NOVENTA Y CUATRO EUROS.**

10. PRESUPUESTO FINAL

La tabla 74, muestra el presupuesto final de ejecución del proyecto, incluyendo cada uno de los capítulos que se han descrito en los apartados anteriores:

Descripción	Precio(€)
Piezas mecanizadas	4146,11
Piezas estructurales	28058,74
Tornillería	414,63
Instalación eléctrica	4182,91
Seguridad y salud	8291,74
Máquinas	459706,94
Total (€)	504801,07

Tabla 89. Presupuesto final bruto de ejecución del proyecto

A ese precio, habrá que añadirle el impuesto sobre el valor añadido (IVA) del 21% aplicable en la península ibérica:

Total (€)	610809,30
------------------	------------------

Tabla 90. Presupuesto final de ejecución del proyecto

Por lo tanto, el presupuesto final presente proyecto asciende a **SEISCIENTOS DIEZ MIL OCHOCIENTOS NUEVE CON TREINTA EUROS.**

