DOCUMENTO Nº 03: PLIEGO DE CONDICIONES

1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 15
1.1. OBJETO DE ESTE PLIEGO 15
1.2. SITUACIÓN DE LAS OBRAS 15
1.3. OBRAS QUE COMPRENDE 15
1.4. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS 16
1.5. RÓTULOS INDICATIVOS 17
2. NORMAS APLICABLES 18
3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS. MATERIALES 23
3.1. PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES 23
3.2. EXAMEN Y PRUEBA DE LOS MATERIALES 23
3.2.1. PRESENTACIÓN PREVIA DE MUESTRAS 23
3.2.2. ENSAYOS 24
3.2.3. GASTOS DE LOS ENSAYOS 24
3.3. MATERIAL PARA CAMA DE ASIENTO DE TUBERÍAS Y RELLENO SELECCIONADO DE ZANJAS DE TUBERÍAS 25
3.4. MATERIAL ORDINARIO PARA RELLENO DE ZANJAS DE TUBERÍAS 25
3.5. MATERIAL PARA DOTAR AL TERRENO DE CAPACIDAD PORTANTE 25
3.6. COMPONENTES DE HORMIGONES 26
3.6.1. ÁRIDOS 26
3.6.2. AGUA 27
3.6.3. ADITIVOS 28
3.6.4. ADICIONES 28
3.6.5. CEMENTO 28
3.6.6. HORMIGÓN 29
3.7. ACERO EN REDONDOS PARA ARMADURAS 30
3.7.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES 30

3.7.2. CONTROL DE CALIDAD 32

3.8. BANDAS PARA LA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS DE DILATACIÓN 33

3.9. JUNTAS DE PERFIL HIDROEXPANSIVO 34

3.10. PIEDRA PARA ESCOLLERA 35

3.11. IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS ENTERRADOS 36

3.12. LÁMINA GEODRENANTE 37

3.13. PERFIL PEAD PARA EMBUTIR EN HORMIGÓN 38

3.14. TUBERÍAS DE PVC-U 39

3.14.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES 39

3.14.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS 40

3.14.3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS 42

3.14.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS 43

3.14.5. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS 43

3.14.6. UNIONES 43

3.14.7. MARCADO 43

3.15. TUBERÍAS DE DRENAJE PARA LOS DRENES DE LA BALSA 44

3.16. TUBERÍAS DE PVC ORIENTADO (PVC-O) 45

3.16.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES 45

3.16.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS 47

3.16.3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS 48

3.16.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS 49

3.16.5. UNIONES 50

3.16.6. MARCADO 50

3.16.7. ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD 51

3.16.8. DOCUMENTACIÓN A APORTAR ANTES DE RECIBIR EN OBRA LA TUBERÍA 54

3.16.9. EMBALAJE 54

3.16.10. MONTAJE 55

3.16.11. PRUEBA DE PRESIÓN DE LA TUBERÍA INSTALADA 57

3.17. TUBERÍAS DE PVC CORRUGADO 60

3.17.1. TÉRMINOS Y DEFINICIONES 60

3.17.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 61

3.17.3. SISTEMAS DE UNIÓN 64

3.17.4. MARCADO 65

3.17.5. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE 66

3.17.6. PIEZAS ESPECIALES 67

3.18. TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO PARA SERVICIOS 67

3.18.1. MATERIALES 68

3.18.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y ASPECTO 68

3.18.3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS 69

3.19. TUBERÍAS DE HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA Y PIEZAS ESPECIALES 69

3.19.1. DEFINICIONES 69

3.19.2. MATERIALES 72

3.19.3. FABRICACIÓN 77

3.19.4. ESPESORES Y RECUBRIMIENTOS 80

3.19.5. TOLERANCIAS 81

3.19.6. CALCULO MECÁNICO DE LA TUBERÍA 83

3.19.7. PIEZAS ESPECIALES 86

3.19.8. CONTROL DE MATERIALES 88

3.19.9. CONTROL DE LA FABRICACIÓN 91

3.19.10. TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN 93

3.19.11. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE LOS TUBOS EN FÁBRICA 99

3.19.12. ENSAYOS DE LAS CONDUCCIONES EN OBRA 100

3.20. TUBERÍAS METÁLICAS PARA RANURAR 105

3.21. TUBERÍAS DE PE 106

3.22. ACCESORIOS DE PE 108

3.23. TUBERÍA DE ACERO HELICOSOLDADO 109

3.23.1. NORMAS DEL PRODUCTO 109

3.23.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES 109

3.23.3. CONTROL DE CALIDAD 110

3.24. UNIONES DE INSTALACIÓN Y UNIONES DE REPARACIÓN 111

3.24.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES 111

3.24.2. CONTROL DE CALIDAD 112

3.24.3. MARCADO 112

3.25. CARRETE DE DESMONTAJE 113

3.25.1. NORMAS DEL PRODUCTO 113

3.25.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES 113

3.25.3. CONTROL DE CALIDAD 114

3.25.4. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO 114

3.25.5. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE 114

3.26. UNIONES DE GIBAULT 115

3.27. TOMA DE FONDO DE LA BALSA DE REGULACIÓN 116

3.27.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES 116

3.27.2. CONTROL DE CALIDAD 116

3.28. BANDAS DE NEOPRENO CON TACOS PARA HINCA 117

3.29. SOLDADURA EN PIEZAS METÁLICAS 118

3.30. REVESTIDO EN PIEZAS METÁLICAS 118

3.31. RANURADO EN PIEZAS METÁLICAS 119

3.31.1. RANURADO REALIZADO POR LAMINACIÓN 119

3.31.2. RANURADO REALIZADO POR MECANIZADO 121

3.32. TORNILLERÍA 123

3.33. PIEZAS ESPECIALES DE CALDERERÍA METÁLICA 124

3.33.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES 124

3.33.2. NORMATIVA 124

3.33.3. DISEÑO 127

3.33.4. GARRAS 134

3.33.5. DEFINICIÓN DE PIEZAS 135

3.33.6. FABRICACIÓN 135

3.33.7. DIMENSIONES 139

3.33.8. TRATAMIENTOS PARA LA PROTECCIÓN 143

3.33.9. ENSAYOS 144

3.33.10. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 148

3.33.11. CONTROL, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS 151

3.34. PASAMUROS METÁLICOS 152

3.35. ARQUETAS PREFABRICADAS 153

3.35.1. AIREACIÓN MEDIANTE REJILLA 153

3.35.2. ARQUETAS DE HIDRANTES 154

3.36. TAPAS DE ARQUETAS PREFABRICADAS 159

3.36.1. DISEÑO 159

3.36.2. MATERIAL 159

3.36.3. CANDADOS 160

3.36.4. CARRETES DE ENTRADA Y SALIDA DE HIDRANTES 161

3.37. MARCOS, PASOS EN LOSA Y LOSAS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO 162

3.37.1. MARCOS 162

3.37.2. LOSAS PREFABRICADAS PARA PROTECCIÓN DE TUBERÍAS 165

3.37.3. LOSAS PREFABRICADAS O EJECUTADAS IN SITU PARA CORONACIÓN DE BALSA 168

3.38. ELEMENTOS RANURADOS 171

3.38.1. DISEÑO 171

3.38.2. MATERIALES Y REVESTIDO 174

3.38.3. CONTROL DE CALIDAD 174

3.39. PURGADORES DE HIDRANTE 174

3.39.1. MATERIALES 174

3.39.2. ENSAYOS 175

3.39.3. MARCADO 176

3.40. CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO 176

3.41. VENTOSAS TRIFUNCIONALES 178

3.41.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES 179

3.41.2. DIMENSIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 185

3.41.3. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO 194

3.41.4. EMBALAJE Y TRANSPORTE 195

3.42. VÁLVULAS DE MARIPOSA RANURADAS 195

3.42.1. MATERIALES Y REVESTIDO 195

3.42.2. VÁLVULAS DE 4” A 12” 196

3.42.3. VÁLVULAS DE 14” A 20” 198

3.42.4. ENSAYOS 199

3.42.5. MARCADO 200

3.43. VÁLVULAS DE ESFERA 201

3.44. TES DE 1” 202

3.45. MANGUITO DE 1/8” 202

3.46. MANGUITO DE ROSCA INTERIOR DE 1” 202

3.47. TUBO DE ROSCA INTERIOR DE 1” 202

3.48. SOLENOIDE 202

3.49. FILTRO CAZAPIEDRAS 202

3.50. FILTRO AUTOLIMPIANTE DE MALLA 209

3.50.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL FILTRO 209

3.50.2. MATERIALES 209

3.50.3. COMPONENTES DE CONTROL Y MANDO 210

3.50.4. CONTROL DE CALIDAD 210

3.51. VÁLVULAS DE RETENCIÓN 211

3.51.1. VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE DIÁMETRO ≤ 300 MM 211

3.51.2. VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE DIÁMETRO > 300 MM 211

3.52. VÁLVULAS HIDRÁULICAS 213

3.52.1. MATERIALES Y REVESTIDO 213
3.52.2. INDICADOR DE POSICIÓN 214
3.52.3. SISTEMA DE LIMITACIÓN DE CAUDAL INTERNO 214
3.52.4. PILOTOS 214
3.52.5. CONTROL DE CALIDAD 215
3.52.6. PRUEBAS DEL REGULADOR DE PRESIÓN 217
3.52.7. PRUEBAS DEL LIMITADOR DE CAUDAL 217
3.53. VÁLVULAS DE COMPUERTA 218
3.53.1. MATERIALES Y REVESTIDO 218
3.54. VÁLVULAS DE MARIPOSA EMBRIDADAS 221
3.55. DESMULTIPLICADORES 223
3.56. ACTUADORES 224
3.57. JUNTAS DE NEOPRENO 225
3.58. JUNTAS DE ESTIRENO-BUTADIENO 226
3.59. JUNTAS DE EPDM 227
3.60. CONTADORES 227
3.60.1. MATERIALES Y REVESTIDO 227
3.60.2. CONTROL DE CALIDAD 229
3.60.3. PRUEBAS DE FÁBRICA 230
3.61. FILTRO DE CADENAS 231
3.62. TORNILLOS SINFÍN 233
3.63. COMPUERTAS 234
3.63.1. COMPUERTAS 234
3.63.2. DESMULTIPLICADORES 234
3.63.3. CONTROL DE CALIDAD 235
3.64. COMPUERTAS CON MEDIDOR DE CAUDAL Y MEDIDOR DE NIVEL 235
3.64.1. COMPUERTA MURAL 236
3.64.2. MEDICIÓN DE CAUDAL 236

3.64.3. MEDICIÓN DE NIVEL HÍDRICO 237

3.64.4. PEDESTAL DE CONTROL LOCAL 237

3.64.5. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA 238

3.64.6. ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO 238

3.64.7. OBJETIVOS DE CONTROL 238

3.65. BOMBAS 239

3.65.1. MATERIALES Y REVESTIDO 240

3.65.2. MARCADO 241

3.66. MOTORES 241

3.67. COLECTORES 243

3.68. ESTRUCTURA METÁLICA 244

3.68.1. MATERIALES Y REVESTIDO 244

3.68.2. FABRICACIÓN 245

3.69. ESCALERAS Y ACCESOS 245

3.69.1. MATERIALES Y REVESTIDO 245

3.69.2. CONTROL DE CALIDAD 246

3.70. PANEL PREFABRICADO DE HORMIGÓN 247

3.70.1. 2.49.1.NORMAS DEL PRODUCTO 247

3.70.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES 247

3.70.3. CONTROL DE CALIDAD 248

3.70.4. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO 249

3.70.5. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE 250

3.71. CUBIERTA Y CERRAMIENTO INTERIOR 251

3.72. CERRAMIENTO EXTERIOR 253

3.72.1. MATERIALES 253

3.72.2. FABRICACIÓN Y COMPROBACIONES 253

3.73. VIDRIO PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO 254

3.74. PROTECCIÓN DE VENTANAS 254

3.75. REJAS PARA VENTILACIÓN 255

3.76. PUERTAS METÁLICAS 256

3.77. CANDADOS 257

3.78. VALLADO 258

3.79. ENTRAMADO DE ACERO O TRAMEX 260

3.80. HIDROSIEMBRA DE ESPECIES HERBÁCEAS EN TALUD 261

3.80.1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LOS ELEMENTOS 261

3.80.2. CONDICIONES DE LOS ELEMENTOS 261

3.80.3. UNIDAD Y CRITERIO DE MEDICIÓN 262

3.80.4. CONDICIONES DE CONTROL 262

3.81. URBANIZACIÓN 263

3.81.1. BASE 263

3.81.2. LÁMINA DE POLIETILENO PARA SOLERAS Y HORMIGONES 263

3.81.3. PAVIMENTO DE HORMIGÓN 264

3.82. ACERA 265

3.83. TERRAPLÉN DE LA BALSA 265

3.84. CAMINO DE CORONACIÓN DE LA BALSA 266

3.84.1. BASE 266

3.84.2. AGLOMERADO EN CALIENTE 267

3.85. LÁMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 269

3.86. GEOTEXTIL 272

3.87. MADERAS 274

3.88. SISTEMA DE TELECONTROL 274

3.88.1. AUTOMATIZACIÓN DE ELEMENTOS RED DE ALTA 275

3.88.2. TELECONTROL DE LA RED DE HIDRANTES 284

3.88.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES Y OBLIGATORIAS 285

3.88.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS Y ELEGIBLES 386

3.88.5. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD 397

3.89. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 415

3.89.1. NORMAS DEL PRODUCTO 415

3.89.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES 416

3.89.3. CONTROL DE CALIDAD 421

3.89.4. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO 422

3.89.5. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE 422

3.90. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN 423

3.90.1. NORMAS DEL PRODUCTO 423

3.90.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES 424

3.90.3. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES 424

3.90.4. ENSAYOS, CERTIFICADOS Y DOCUMENT ACIÓN 425

3.90.5. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO 425

3.91. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN 425

3.91.1. NORMAS DEL PRODUCTO 425

3.91.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES 426

3.91.3. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INST ALACIONES 426

3.91.4. ENSAYOS, CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN 426

3.92. MATERIALES CUYAS CONDICIONES NO ESTÁN ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO 427

4. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: EJECUCIÓN 428

4.1. PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA 428

4.2. REPLANTEO 429

4.3. APORTACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA 430

4.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS 430

4.4.1. DESPEJE Y DESBROCE 430

4.4.2. ACCESO A LAS OBRAS 431

4.4.3. DESMONTE Y TRANSPORTE 432

4.4.4. EXCAVACIONES 433

4.4.5. TERRAPLENES 435

4.4.6. SUPERFICIE DE LA EXPLANACIÓN 438

4.5. HORMIGONES 439

4.5.1. DEFINICIÓN DE MATERIALES 439

4.5.2. TRANSPORTE 439

4.5.3. DOCUMENTACIÓN 440

4.5.4. RECEPCIÓN 441

4.5.5. LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN 442

4.5.6. VIBRADO DEL HORMIGÓN 443

4.5.7. CURADO DE HORMIGÓN 444

4.6. ENCOFRADOS Y CIMBRAS 446

4.7. ARMADURAS 447

4.7.1. CALIDAD DE LA EJECUCIÓN 447

4.7.2. CONTROL DE CALIDAD 447

4.8. BANDAS PARA LA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS DE DILATACIÓN 448

4.8.1. MARCOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN 449

4.9. IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS ENTERRADOS 451

4.9.1. MANIPULACIÓN, ALMACENAJE Y CONSERVACIÓN 451

4.9.2. MODO DE EMPLEO 452

4.10. TUBERÍAS 452

4.10.1. ZANJAS 453

4.10.2. ANCLAJES DE PIEZAS ESPECIALES Y VÁLVULAS EN TUBERÍAS 453

4.10.3. TRANSPORTE A OBRA 454

4.10.4. SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO 455

4.10.5. MANIPULACIÓN 456

4.10.6. COLOCACIÓN 457

4.10.7. PRUEBA DE LAS TUBERÍAS 458

4.11. HINCAS 461

4.12. VÁLVULAS Y VENTOSAS 462

4.13. ESTRUCTURA METÁLICA 462

4.14. EJECUCIÓN DE CERRAMIENTOS DE PANEL PREFABRICADO ___463

4.15. CARPINTERÍA METÁLICA _____463

4.15.1. INSTALACIÓN DE PUERTAS Y MARCOS METÁLICOS _____463

4.15.2. CARPINTERÍA METÁLICA EN ALUMINIO_____463

4.16. ENLUCIDOS _____464

4.17. PASOS PROVISIONALES_____464

4.18. URBANIZACIÓN _____464

4.18.1. PLANO DE FUNDACIÓN _____464

4.18.2. BASE _____465

4.18.3. LÁMINA DE POLIETILENO PARA SOLERAS Y HORMIGONES_465

4.18.4. PAVIMENTO DE HORMIGÓN_____466

4.19. TERRAPLÉN DE LA BALSA_____466

4.20. CAMINO DE CORONACIÓN DE LA BALSA _____467

4.21. LÁMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD _____468

4.21.1. TIPOS DE ANCLAJES _____468

4.21.2. SOLDADURAS_____469

4.21.3. INSTALACIÓN Y MANIPULACIÓN _____470

4.21.4. COMPROBACIONES Y ENSAYOS_____471

4.21.5. DOCUMENTACIÓN A APORTAR_____474

4.22. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO GENERALES _____474

4.23. EJECUCIONES GENERALES_____474

4.24. ENSAYOS Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES_____475

4.25. CASO EN QUE LOS MATERIALES NO SEAN DE RECIBO _____475

4.26. ORDEN DE LOS TRABAJOS _____475

4.27. CARTEL DE OBRA _____475

4.28. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN __476

5. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES FACULTATIVAS_____479

5.1. OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA _____479

5.1.1. REMISIÓN DE SOLICITUD DE OFERTAS_____479

5.1.2. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE DIRECCIÓN 479

5.1.3. DESPIDO POR INSUBORDINACIÓN, INCAPACIDAD Y MALA FE 479

5.1.4. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DE LOS TRABAJOS 479

5.1.5. INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA TRABAJOS 480

5.1.6. COPIA DE LOS DOCUMENTOS 480

5.2. TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES 480

5.2.1. LIBRO DE ÓRDENES 480

5.2.2. COMIENZO DE LOS TRABAJOS Y PLAZO DE EJECUCIÓN 481

5.2.3. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN 481

5.2.4. TRABAJOS DEFECTUOSOS 481

5.2.5. OBRAS Y VICIOS OCULTOS 482

5.2.6. ABONO DE LAS OBRAS 482

5.2.7. MATERIALES NO UTILIZABLES O DEFECTUOSOS 489

5.2.8. SEGURO DE LOS TRABAJOS 490

5.2.9. MEDIOS AUXILIARES 490

5.2.10. OBRAS QUE NO SON DE ABONO 491

5.2.11. OTROS GASTOS DE CUENTA DEL CONTRATISTA 491

5.3. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN 492

5.3.1. RECEPCIONES PROVISIONALES 492

5.3.2. PLAZO DE GARANTÍA 493

5.3.3. CONSERVACIÓN DE TRABAJOS RECIBIDOS PROVISIONALMENTE 494

5.3.4. RECEPCIÓN DEFINITIVA 494

5.3.5. LIQUIDACIÓN FINAL 495

5.3.6. LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN 495

5.4. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS 495

1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

1.1. OBJETO DE ESTE PLIEGO

El objeto de este pliego es definir las obras, fijar las condiciones técnicas de entrega de los materiales y de su ejecución, medición y abono, así como las condiciones generales que han de regir en la ejecución de las obras del "PROYECTO DE REGADÍO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE DE LAS VEGAS DE SALDAÑA, CARRIÓN Y VILLAMORONTA (PALENCIA). FASE 1. SECTOR DE RIEGO 1.1"

1.2. SITUACIÓN DE LAS OBRAS

La superficie regable de la Comunidad de Regantes de Las Vegas de Saldaña, Carrión y Villamoronta, es de 345 hectáreas, que se divide por términos municipales tal y como se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 1. Superficie Total Actuación (ha)

MUNICIPIO - PROVINCIA DE LEÓN	% superficie regable/T.M.
Poza de la Vega	98,82%
Villaluenga de la Vega	1,18%
	100,00%

La Comunidad de Regantes de Las Vegas de Saldaña, Carrión y Villamoronta se localiza al noroeste de la provincia de Palencia, a unos 10 km de Saldaña.

Las principales vías de comunicación de la zona son las carreteras PP-2461 y PP-2462, que comunican las localidades de Poza de la Vega y Villaluenga de la Vega con Saldaña (Palencia), y que cruzan el sector de riego en dirección de sur a norte y de oeste a este. Cuenta además con una extensa red de caminos secundarios, caminos rurales y vías de servicio para llegar a las parcelas.

1.3. OBRAS QUE COMPRENDE

Las obras englobadas en este proyecto están reguladas según el convenio firmado entre Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias S.A. (SEIASA) y la Comunidad de Regantes de las Vegas de Saldaña, Carrión y Villamoronta, y se corresponden con:

- Captación en el Río Carrión
- Tubería doble DN 2.000 de conducción a arqueta de la balsa de regulación de cabecera desde la capción del río
- Arqueta de la balsa de regulación en cabecera
- Tubería compartida doble DN 2.000 de modernización de riego de la Comunidad de Regantes de las Vegas de Saldaña, Carrión y Villamoronta y la regulación adicional de la Cuenca del Río Carrión
- Red de riego sector 1.1
- Estación de bombeo EB-1.1, tubería de aspiración y tubería de impulsión
- Balsa de regulación elevada del sector 1.1

1.4. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Los documentos que definen las obras objeto del Proyecto son, enumeradas por orden de prioridad: Cuadro de Precios, Pliego de Condiciones, Planos, Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, Mediciones y Memoria. La memoria, pliego y planos de las separatas de baja tensión definen el objeto del proyecto al entenderse que forman parte del mismo y son igualmente de obligado cumplimiento.

A estos documentos iniciales hay que añadir:

- Los planos de obra complementarios o sustitutivos de los planos que hayan sido debidamente aprobados por la Dirección Facultativa.
- Las órdenes escritas emanadas de la Dirección Facultativa y reflejadas en el Libro de órdenes, que debe existir obligatoriamente en la obra.
- Lo mencionado en el Pliego y omitido en los Planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo previsto en este último.
- Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones, o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en ellos, o que por su uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no exime al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Condiciones. Dicho incremento de obra no supondrá modificación alguna en el Presupuesto ofertado por el Contratista en su oferta.

Ante cualquier ausencia en la definición será la Dirección Facultativa la que completará y será de obligado cumplimiento.

1.5. RÓTULOS INDICATIVOS

La empresa constructora encargada de ejecutar la obra deberá de colocar rótulos informativos de la obra de acuerdo con las instrucciones que a tal efecto curse el Promotor hasta un máximo de cuatro, entendiéndose que su importe está incluido dentro del presupuesto de la obra.

2. NORMAS APLICABLES

Además del presente Pliego de Condiciones, serán de aplicación las normas y disposiciones vigentes:

- Ley 9/2017, de 8 noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE de 26 de febrero de 2014 (BOE número 272 de 9 de noviembre de 2017).
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Sistema de fiscalización previa de contratos. Resolución de 25 de marzo de 1986 de la Secretaría de Estado de Hacienda. (B.O.E. 16-04-1988).
- Normas sobre la aplicación de la revisión a los contratos a las obras de ministerio de las obras públicas y urbanismo. Orden de 13 de marzo de 1979. (B.O.E. 17-04-1979). Punto 1.1 modificado por la Orden 20 de abril de 1981.
- Pliego de cláusulas administrativas generales para la contratación de Obras del Estado. Decreto 3854/1970 de 31 de diciembre.
- Orden ARM 1312-2009 publicada en el BOE 27-05-09 por la que se regulan los sistemas para realizar el control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del dominio público hidráulico, de los retornos al citado dominio público hidráulico y de los vertidos al mismo.
- Decreto legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Decreto 159/1994, de 14 de Julio, (Castilla y León). Reglamento para la aplicación de la Ley de Actividades Clasificadas. Modificado por el Decreto 66/1998, de 26 de marzo.
- Reglamento de Actividades Molestas, Nocivas, Insalubres y Peligrosas, R.D. 2414/1961. Modificado por el R.D. 374/2001 del 6 de abril.

Corrección de erratas B.O.E. nº 129, de 30 de mayo 2001 y B.O.E. nº 149, 22 de junio de 2001.

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido, R.D. 286/2006 de 10 de marzo (B.O.E. nº 60 de 11-03-06). Corrección de erratas en B.O.E. nº 62, de 14 de marzo de 2006 y nº 71 de 24 de marzo de 2006.
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, Real Decreto 614/2001, de 8 de junio.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, R.D. 1267/1997 de 24 de octubre (B.O.E. 25-10-97). Modificación del anexo IV, por el R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre. Se añade disposición adicional única por R.D. 604/2006, de 19 de mayo. Se modifican arts. 13.4 y 18.2 por R.D. 1109/2007, de 24 de agosto.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de Equipos de Trabajo, R. D. 1215/1997, de 18 de Julio. Modificación de los anexos I y II por el R.D. 2177/2004 de 12 de noviembre.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo. Corrección de erratas B.O.E. nº 171 de 18-07-97. Corrección de erratas B.O.E. nº 171, de 18 de julio 1997.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo, R.D. 485/1997 de 14 de abril.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/1995. (B.O.E. 10 de noviembre). Modificado por la Ley 50/1998 de 30 de diciembre, Ley 39/1999 de 5 de noviembre, Real Decreto Legislativo 5/2000 de 4 de agosto, Ley 54/2003 de 12 de Diciembre, Ley 30/2005 de 29 de Diciembre, Ley 31/2006 de 18 de octubre, Ley Orgánica 3/2007 de 22 de marzo. Se dicta conformidad con: Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo y Real Decreto 396/2006 de 31 de marzo.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Notificación de accidentes de trabajo, Orden TAS/2926/2002 de 19 de noviembre.
- Modelo de Libro de Incidencias, Orden del Ministerio de Trabajo del 20-09-1986. Corrección de errores B.O.E. nº261 31-09-86.
- Cuadro de Enfermedades Profesionales en el sistema de la Seguridad Social, R.D. 1299/2006 de 10 de noviembre. B.O.E. de 19 de diciembre de 2006.
- Relación entre Jurados de Empresa y Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo, O.M de 9 de diciembre de 1975.Corrección de errores B.O.E. nº 88, 12 de abril de 2002.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- 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.
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa, O.M. 21-11-59 (B.O.E. 27-11-1959). Modificación por la Orden 21 de noviembre de 1979.
- Emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre, Directiva 2000/14/CE de 8 de mayo. Se modifica por la Directiva 2005/88/CE del 14 de diciembre.
- Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM2 del Reglamento de Aparatos de elevación y manutención referente a grúas torre desmontables para obras, R. D. 836/2003 (B.O.E. 170 de 17 –07-03). Corrección de errores B.O.E. 20 del 23-01-04. Corrección de errores B.O.E. nº 20, de 23 de enero de 2004.
- Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM3 del Reglamento de Aparatos de elevación y manutención referente a carretillas automotoras de manutención, Orden de 26 de mayo de 1989. (B.O.E. de 9 de junio de 1989).
- Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM 1 del Reglamento de Aparatos de elevación y manutención referente a ascensores electromecánicos, Orden de 23 de septiembre de 1987 y su corrección de errores (B.O.E. nº 14 del 12 de mayo de 1988). Derogado por el

R.D. 1314/1997 con excepción de los artículos de 10 al 15, 19 y 24. Se modifica por la Orden de 12 de septiembre de 1991. B.O.E nº 223 de 17 de septiembre de 1991, el R.D. 57/2005 de 21 de enero y el R.D. 1644/2008 de 10 de octubre.

- Real Decreto 1644/2008, de10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión (Decreto 842/2002 de 2 de agosto) e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Se anula inciso 4.2.c.2 de la ITC-BT-03 anexa al reglamento por sentencia de la Sala Tercera del Tribunal Supremo de 17 de febrero de 2004.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas en alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 y su corrección de errores B.O.E. nº 120 de 19 de mayo de 2008 y B.O.E. nº 174 de 19 de julio de 2008.
- Código técnico de edificación, R.D. 314/2006, de 17 de marzo (B.O.E. 28-03-06). Se modifica por R.D. 1371/2007, de 19 de octubre y Orden VIV/984/2009, de 15 de abril.
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-16), R.D. 256/2016, de 10 de junio.
- Certificación de conformidad a normas en la homologación de cementos, Orden de 17 de enero de 1989 (B.O.E. 25 de enero de 1989).
- Instrucción del Hormigón Estructural EHE 2008, Real Decreto 1247/2008 de 18 de Julio (B.O.E.203 del 22-08-2008).
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo.

- Homologación obligatoria de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados, R.D. 1313/1988 de 28 de octubre. Modificado por la orden PRE/2829/2002, de 11 de noviembre (B.O.E. 17-12-02), Orden PRE/3796/2006 de 11 de diciembre (B.O.E. nº298 14/12/06).
- Certificados de conformidad de los alambres trefilados lisos y corrugados empleados en la fabricación de mallas electrosoldadas y viguetas semirresistentes de hormigón armado, Real Decreto 2200/1995 de 28 de diciembre. Modificado por R.D. 411/1997 de 21 de marzo.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG3, Orden de 2 de Julio de 1976. Modificaciones de la Orden Ministerial FOM 891/2004, Orden FOM/3818/2007 y B.O.E. 27 de diciembre de 2007.
- Recomendaciones de proyecto y construcción de firmes y pavimentos. Junta de Castilla y León revisión 2004. Corrección de errores B.O.E. nº126 de 25 de mayo de 2004 y Orden FOM/891/2004.
- Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión. CEDEX 2002.
- Pliego de Prescripciones Generales para tuberías de Abastecimiento de Aguas, O.M. de 28-07-1974. (B.O.E. 3 y 30-10-1974). Se amplía por Orden 20 de junio 1975 y se desarrolla por Orden de 23 de diciembre de 1975.

Y toda la disposición legal vigente durante la obra proyectada.

Será responsabilidad del Contratista conocerlas y cumplirlas sin poder alegar en ningún caso que no se haya hecho comunicación explícita.

Las normas del presente Pliego prevalecerán sobre las figuradas en las Normas citadas.

En caso de dualidad tendrá valor preferente, en cada caso, la más restrictiva.

3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS. MATERIALES

3.1. PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES

En los anejos a la Memoria y artículos que siguen se indica la procedencia de los materiales. Dicha procedencia se da de orientación para el Contratista, quien no está obligado a utilizarla.

Su utilización no liberará, en ningún caso, al Contratista de la obligación de que los materiales cumplan las condiciones que se especifican en este Pliego, condiciones que habrán de comprobarse siempre mediante los ensayos correspondientes.

La Administración no asume la responsabilidad de asegurar que el Contratista encuentre, en los lugares de procedencia indicados, los materiales adecuados en cantidad suficiente para las obras, en el momento de la ejecución.

Los materiales procederán, exclusivamente, de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista y que hayan sido previamente aprobadas por la Dirección de Obra. Para ello el Contratista presentará como mínimo para cada uno de los elementos a colocar en la obra objeto del presente proyecto, una terna de materiales que cumplan con el presente pliego para su posterior elección y aprobación por la Dirección de Obra.

Los materiales y elementos que formen parte de la obra objeto del presente proyecto deberán transportarse y almacenarse protegidos contra los posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas que pudieran producirse.

Si se produjera la compra y/o instalación en obra de algún elemento sin previa presentación o aceptación por parte de la Dirección de Obra, estas circunstancias no otorgarán derecho alguno al contratista a que dicho elemento permanezca instalado, y correrá a cuenta del mismo su desinstalación.

3.2. EXAMEN Y PRUEBA DE LOS MATERIALES

3.2.1. PRESENTACIÓN PREVIA DE MUESTRAS

No se procederá a realizar el acopio ni empleo de ninguna clase de materiales ni elementos, sin que previamente se haya presentado por el Contratista a la Dirección de Obra para su aceptación, lo especificado a continuación:

- Las especificaciones y muestras necesarias para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

- Las pruebas y ensayos necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego, o que sean solicitados por la Dirección de Obra.
- Los manuales de puesta en marcha, mantenimiento y seguridad correspondientes.
- Antes de colocar cualquier elemento en obra se comprobará visualmente para garantizar que no presentan ningún tipo de daños, así como que tienen todos los elementos que lo componen y que cumplen con los requisitos del pedido y del presente pliego.

3.2.2. ENSAYOS

Las pruebas y ensayos ordenados se llevarán a cabo bajo el control de la Dirección de Obra, o persona en quién ésta delegue.

Se utilizarán para los ensayos las normas que en los diversos artículos de este Pliego se fijan, y considerando lo establecido en el Anejo nº 21 "Control de Calidad", como mínimo.

El número de ensayos a realizar será fijado por la Dirección de Obra.

Se deberá presentar a la Dirección de Obra una terna de laboratorios de calidad homologados. La Dirección de Obra indicará al contratista, si fuere el caso, la o las empresas que realizarán una labor de inspección en la obra, y aquellos materiales y/o equipos que serán objeto de la misma. El coste de las labores de inspección correrá a cuenta del contratista, y a cargo del 1% de calidad asignado en el Prepuesto de Ejecución Material del presupuesto del proyecto.

3.2.3. GASTOS DE LOS ENSAYOS

Todos los gastos de pruebas y ensayos no incluidos en Presupuesto, necesarios para definir las cualidades de los materiales de este Pliego serán de cuenta del Contratista y se consideran incluidos en los precios de las unidades de obra, siempre y cuando no se supere el 1 % del Presupuesto de Ejecución Material, destinado a control de calidad.

Las condiciones de ejecución y contratación de los trabajos de control y calidad de la obra se determinan en el pliego de cláusulas administrativas particulares que regirán en la contratación de la obra, conforme a las tablas de valoración de las pruebas y ensayos a realizar, incluidas en el epígrafe 7 del Anejo Nº 17 CONTROL DE CALIDAD.

3.3. MATERIAL PARA CAMA DE ASIENTO DE TUBERÍAS Y RELLENO SELECCIONADO DE ZANJAS DE TUBERÍAS

El material empleado para formar la cama de asiento de las tuberías será material granular rodado de tamaño seleccionado comprendido entre 6 y 12 mm, con contenido en finos inferior al 2% en peso.

El espesor de la cama será de 15 cm para todos los tipos de tuberías.

El relleno seleccionado de las zanjas, y su espesor, según el tipo de material de tubería será el siguiente (ver plano "Secciones tipo de zanjas de tuberías"):

- **PVC-O (PVC Orientado)**
  - Relleno con material granular idéntico al de la cama. Espesor: hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.
- **HPCCH (Hormigón postesado con camisa de chapa):**
  - Zanjas de profundidad: relleno con material granular idéntico al de la cama. Espesor: hasta riñones de tubería (arco de apoyo a 90º).

En el caso de que el árido de cada una de las zonas de extracción, posea marcado CE conforme la Directiva 93/68/CE no será necesario controlar el árido, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario la empresa ejecutora realizará, en laboratorio debidamente acreditado, sobre una muestra representativa del árido suministrado de cada zona de extracción, un control granulométrico que garantice el cumplimiento del presente pliego.

3.4. MATERIAL ORDINARIO PARA RELLENO DE ZANJAS DE TUBERÍAS

El material de relleno ordinario de las zanjas se colocará a continuación del relleno seleccionado, procederá de la propia excavación, estará exento de raíces, tocones y piedras, compactado al 85 % del Próctor Normal.

El espesor será el indicado en los perfiles longitudinales correspondientes del presente proyecto y como mínimo será, de forma general, de 1,0 m para todas las tuberías.

3.5. MATERIAL PARA DOTAR AL TERRENO DE CAPACIDAD PORTANTE

En caso de aparición de blandones durante de la ejecución de las zanjas de tubería, se conformará una base de bolo de tamaño adecuado y de espesor suficiente capaz de asentar el terreno para la correcta instalación de la tubería.

3.6. COMPONENTES DE HORMIGONES

3.6.1. ÁRIDOS

Los áridos a emplear en los hormigones serán productos obtenidos por la clasificación de arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas suficientemente trituradas, mezclas de ambos materiales u otros productos que, por su naturaleza, resistencia y tamaño cumplan las condiciones exigidas en este artículo y en la norma EHE-08. En todo caso el árido se compondrá de elementos limpios, sólidos, resistentes, de uniformidad razonable, sin exceso de piezas planas, alargadas, blandas o fácilmente desintegrables, polvo suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Los áridos se designarán por su tamaño mínimo "d" y máximo "D" en mm, de acuerdo con la siguiente expresión: árido d/D.

Condiciones físico-químicas:

La cantidad de sustancias perjudiciales que pueden presentar los áridos no excederá de los límites indicados en la siguiente tabla y cumplirán en todos los casos lo indicado en la norma EHE-08. Estos ensayos se realizarán con una periodicidad semestral.

Sustancias perjudiciales	Cantidad máxima en % del peso	
	Árido fino	Árido grueso
Terrones de Arcilla UNE 7133:58	1	0,25
Partículas de bajo peso específico UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	0,5	1
Compuestos de azufre UNE-EN 1744- 1:2010+A1:2013	1	1
Sulfatos solubles en ácidos UNE-EN 1744- 1:2010+A1:2013	0,8	0,8
Cloruros UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	HA y HM = 0,05 HP = 0,03	HA y HM = 0,05 HP = 0,03
Materia orgánica UNE-EN 1744- 1:2010+A1:2013	más claro	----
Diferencia entre compuestos de azufre y sulfatos solubles ácidos	≤ 0,25 %	≤ 0,25 %

Condiciones físico-mecánicas:

Los áridos cumplirán las limitaciones de la siguiente tabla y de la norma EHE-08. Se ensayarán como mínimo una vez al año.

Condiciones	Árido Fino	Árido Grueso
Friabilidad de la arena UNE 83115:1989	<= 40	----
Resistencia añ desgaste (Desgaste de los Ángeles) UNE EN 1097-2:99	----	<= 40
Absorción de agua UNE EN 1097-6:2001	<= 50	<= 50

Granulometría y forma del árido:

La cantidad de finos que pasan por el tamiz 0.063 UNE EN 933-1, expresada en porcentaje del peso total de la muestra, no excederá de los valores indicados en la tabla siguiente, este análisis se realizará semanalmente.

Árido	% máximo que pasa por el tamiz 0,063 mm	Tipo de áridos
Grueso	1,5	Cualquiera
Fino	6	Áridos redondeados.
		Áridos de machaqueo no calizos, clases III, IV, Q, E, H y F.
	10	Áridos de machaqueo calizos, clases III, IV, Q, E, H y F
		Áridos de machaqueo no calizos, clases I y II.
	16	Áridos de machaqueo calizos, clases I y II.

La curva granulométrica del árido fino deberá estar comprendida dentro del huso definido en la siguiente tabla, este ensayo se realizará semestralmente.

Límites	Material retenido en % en peso			
	4 mm	2 mm	1 mm	0,063mm
Superior	0	4	16	-1
Inferior	15	38	60	100

(1) Este valor será 100 menos el correspondiente de acuerdo con la tabla citada anteriormente (94,90 ó 84 %).

El equivalente de arena del árido fino se comprobará como mínimo anualmente, conforme la norma UNE-EN 933-8, será inferior a 70 para las clases de exposición I, IIa y IIb e inferior a 75 en el resto de los casos.

La forma del árido grueso se expresará mediante su índice de lajas, de acuerdo con la norma UNE-EN 933-3 y será inferior a 35. Este ensayo se realizará como mínimo una vez al año.

3.6.2. AGUA

El agua empleada para la fabricación del hormigón deberá cumplir las especificaciones contenidas en la tabla siguiente y en las contenidas en la norma EHE-08.

Condiciones	Norma	Valor
Exponente de hidrógeno pH	UNE 7234	>= 5
Sulfatos	UNE 7131	<= 1 g/l
Ión cloruro	UNE 7178	HP <= 1 g/l HA <= 3 g/l HM <= 3 g/l

Hidratos de carbono	UNE 7132	No presencia
Sustancias orgánicas solubles en éter	UNE 7235	<= 15 g/l
Sustancias disueltas	UNE 7130	<= 15 g/l

La toma de muestras para la realización de los ensayos se realizará según la norma UNE 7236.

3.6.3. ADITIVOS

Los aditivos no estarán en una proporción superior al 5% del peso de cemento y serán conformes con la norma UNE-EN 934-4:2010 y la norma EHE-08.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro de calcio ni en general productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

En los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la norma UNE EN 934-2:2002, así como el certificado de garantía del fabricante de que las características y especialmente el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función principal deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni presentar peligro para las armaduras.

El fabricante suministrará el aditivo correctamente etiquetado, según la norma UNE-EN 934-6:2002.

3.6.4. ADICIONES

No se emplearán adiciones en la fabricación del hormigón. En caso de ser necesarias, serán autorizadas expresamente por la Dirección de Obra.

3.6.5. CEMENTO

El cemento a emplear en el presente proyecto, cualquiera que fuere la unidad de obra en que se emplee, cumplirá con las especificaciones del Pliego RC-16 de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de cementos, de la norma UNE-EN 197-2:2020 y de la norma EHE-08.

La cantidad mínima de contenido de cemento por metro cúbico de hormigón será el especificado en la tabla 37.3.2.a de la EHE-08.

El Contratista deberá poner en conocimiento de la Dirección de Obra con antelación de al menos una (1) semana, la denominación, tipo, clase y característica especial que se vaya a emplear, y/o cuando pretenda efectuar cualquier cambio de denominación, tipo, clase y/o característica especial.

El costo de adquisición del cemento, su transporte, carga y descarga, ensilado, empleo, manipulación y puesta en obra se considera incluido en cada una de las unidades de obra en que se emplee, como hormigones, morteros, etc., por lo que no es de abono como unidad independiente.

3.6.6. HORMIGÓN

No está permitida la adición de agua, aditivos ni cualquier otro elemento fuera de la planta de hormigón.

La relación agua/cemento máxima permitida en el hormigón será 0,45 en todos los casos. Para calcular la relación agua/cemento se tiene que tener en cuenta el agua aportada por los áridos.

El ión cloruro total no excederá los siguientes límites:

- Hormigón armado y en masa: 0,4% del peso de cemento.
- Hormigón pretensado: 0,2% del peso de cemento.

La cantidad total de finos en el hormigón, resultante de sumar el contenido de partículas del árido grueso y del árido fino que pasan por el tamiz UNE 0,063 y la componente caliza, en su caso, del cemento, deberá ser inferior a 175 kg/m^3.

Control de calidad:

Documentación a aportar:

- El cemento a emplear poseerá Certificado de Calidad de Producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado, conforme la norma UNE-EN 197-2:2020. Los aditivos a emplear poseerán Certificado de Calidad de Producto o Marcado CE conforme la norma UNE-EN 934-4:2010. Los áridos a emplear poseerán Marcado CE conforme la Directiva 89/106/CEE.
- La planta o plantas de hormigón que se utilicen para la ejecución de las obras realizarán como mínimo anualmente mediante una empresa autorizada la comprobación de todas sus básculas y dosificadores.
- No se podrán emplear hormigones fabricados con cemento y/o aditivos que no tengan el correspondiente Certificado de Calidad de Producto o Marcado CE.
- En el caso de no poseer los áridos el correspondiente Marcado CE, la empresa ejecutora realizará en laboratorio acreditado, los ensayos indicados en el presente pliego para garantizar el cumplimiento del mismo.

- El agua empleada para la fabricación del hormigón deberá ensayarse, conforme lo especificado en el presente pliego, como mínimo una vez al año.

3.7. ACERO EN REDONDOS PARA ARMADURAS

3.7.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Barras:

El acero a emplear en redondos para armaduras será del **tipo B-500-SD** y cumplirá las siguientes prescripciones contenidas en la Instrucción para el hormigón estructural EHE-08 ensayadas conforme la norma UNE-EN 10002-4:1995:

ESPECIFICACIÓN		B-500-SD
Límite elástico fy (N/mm^2)		>= 500
Carga unitaria de rotura fs (N/mm^2)		>= 575
Alargamiento de rotura (%)		>= 16
Alargamiento total bajo carga máxima (%)	Acero suministrado en barra	>= 7,5
	Acero suministrado en rollo	>= 10,0
Relación fs / fy		1,15 <= fs / fy <= 1,35
Relación fy real / fy nominal		<= 1,25
Aptitud al doblado-desdoblado UNE-EN ISO 15630-2:2019		Ausencia de grietas visibles a simple vista tras el ensayo.
Ensayo de fatiga UNE-EN ISO 15630-2:2019:		
-Nº de ciclos que debe soportar la probeta sin romperse		>= 2 millones
- Tensión máxima = 0,6 x fy nominal (N/mm2)		300
- Amplitud = tensión máxima-tensión mínima (N/mm2)		150
- Frecuencia f (Hz)		1 <= f <= 200
- Longitud libre entre mordazas (mm)		>= 14d >=140 mm

El acero a emplear también tendrá que cumplir el ensayo de deformación alternativa conforme la norma UNE 36065 EX y lo especificado a continuación, siendo "d" el diámetro nominal:

Diámetro nominal (mm)	Longitud libre entre mordazas	Deformaciones máximas de tracción y compresión (%)	Nº de ciclos completos simétricos de histéresis	Frecuencia f (Hz)
d <= 16	5 d	-4	3	1<= f <= 3
16 < d <= 25	10 d	-2,5		
d > 25	15 d	-1,5		

Para garantizar la adherencia del acero a emplear, los valores de separación, altura e inclinación de la corruga se encontrarán dentro de los intervalos que se especifican a continuación, siendo "d" el diámetro nominal. Además las corrugas transversales tendrán forma de media luna y se fundirán suavemente con el núcleo del producto, la proyección de las corrugas transversales se extenderá sobre al menos el 75% de la circunferencia del producto, la inclinación de los flancos de las corrugas transversales (α) será >= 45º y la transición entre corruga y núcleo será redondeada.

En el caso de existir aletas longitudinales, su altura no superará a 0,15 d.

Altura de la corruga h	Separación entre corrugas c	Inclinación de las corrugas β
0,03 d a 0,15 d	0,4 d a 1,2 d	35º a 75º

Las secciones y las masas nominales por metro de los aceros empleados serán las especificadas en la tabla 6 de la norma UNE-EN 10080. La sección equivalente no será inferior al 95,5 % de la sección nominal.

La composición química de los aceros empleados cumplirá los siguientes porcentajes máximos en masa:

C	S	P	N	Cu	Ceq
0,2	0,06	0,06	0,01	0,9	0,5

<u>Mallas</u>

El acero a emplear en las mallas será del **tipo B-500-T** y cumplirá las siguientes prescripciones contenidas en la Instrucción para el hormigón estructural EHE-08:

Límite elástico fy (N/mm^2)	Ensayo de tracción			Ensayo de doblado-desdoblado UNE-EN ISO 15630-2:2019
	Carga unitaria de rotura fs (N/mm^2)	Alargamiento de rotura sobre base de 5 Ø (%)	Relación fs / fy	
500	550	8	1,03	5 d

Para garantizar la adherencia de las mallas de acero a emplear, los valores de separación, altura e inclinación de la corruga se encontrarán dentro de los intervalos que se especifican a continuación, siendo "d" el diámetro nominal. Además, las corrugas transversales tendrán forma de media luna y se fundirán suavemente con

el núcleo del producto, la proyección de las corrugas transversales se extenderá sobre al menos el 75% de la circunferencia del producto, la inclinación de los flancos de las corrugas transversales (α) será >= 45º y la transición entre corruga y núcleo será redondeada.

En el caso de existir aletas longitudinales, su altura no superará a 0,15 d.

Altura de la corruga h	Separación entre corrugas c	Inclinación de las corrugas β
0,03 d a 0,15 d	0,4 d a 1,2 d	35º a 75º

La composición química de las mallas empleadas cumplirá los siguientes porcentajes máximos en masa:

C	S	P	N	Cu	Ceq
0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52

Las mallas empleadas cumplirán el ensayo de doblado-desdoblado conforme la norma UNE-EN ISO 15630-2:2019, no presentando grietas a simple vista tras el mismo, así como el ensayo de carga de despegue (Fs) de las uniones conforme la EHE-08.

$$Fs\ mín = 0,25 \times fy \times An$$

siendo

fy el valor del límite elástico especificado

An la sección transversal nominal del mayor de los elementos de la unión o de uno de los elementos pareados, según se trate de mallas simples o dobles respectivamente

3.7.2. CONTROL DE CALIDAD

Grado de oxidación excesivo:

No se colocarán en la obra, las armaduras que presenten un grado de oxidación que pueda afectar a sus condiciones de adherencia. Se entenderá como excesivo el grado de oxidación cuando, una vez procedido al cepillado mediante cepillo de púas de alambre, se compruebe que la pérdida de peso de la probeta de barra es superior al 1%, Asimismo, se deberá de comprobar también, que una vez eliminado el óxido, la altura de la corruga cumple los límites establecidos para la adherencia en la EHE-08.

Control del acero:

El número y tipo de ensayos a realizar sobre el acero colocado en obra será el especificado en la norma EHE-08, así como los criterios de aceptación y rechazo del mismo.

Como mínimo se realizarán 2 ensayos completos por cada tipo de barra y malla colocada en obra.

3.8. BANDAS PARA LA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS DE DILATACIÓN

Las bandas para la estanqueidad de las juntas de dilatación estarán constituidas por un material flexible termoplástico a base de cloruro de polivinilo.

Diseño:

- Cintas de tipo central para colocar en el centro de la sección del elemento a hormigonar
- Barrera física al paso del agua
- Proporcionan una superficie de agarre al hormigón
- Provocan una pérdida de carga al agua
- Elevada durabilidad
- Facilidad de colocación, existencia de lengüetas
- Grapas de sujeción a las armaduras
- Resistencia permanente al agua dulce

Especificaciones técnicas:

- Dilatación máxima: 10 mm
- Movimiento de cizalladura máximo: 5 mm
- presión hidrostática admisible: 0,5 atm
- Densidad: 1,27 kg/l conforme la norma UNE-EN ISO 1183-1:2004
- Temperatura de servicio: -35 a +55ºC
- Dureza Shore A: 70-75 conforme la norma UNE-EN ISO 868:1998
- Resistencia a tracción: > 130 kg/cm^2
- Alargamiento a rotura: > 250%, conforme la norma UNE-ISO 37:2011
- Ancho: 15 cm

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente.

En el caso de que el fabricante garantice las especificaciones de las bandas conforme las especificaciones del presente pliego, mediante ensayos realizados en laboratorios autorizados con antigüedad inferior a un año, no será necesario realizar

un control de calidad de los mismos, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará en el primer envío las probetas y/o muestras necesarias para que la empresa ejecutora realice los controles oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.9. JUNTAS DE PERFIL HIDROEXPANSIVO

Las juntas de perfil hidroexpansivo se colocarán entre los diferentes paños del canal, en la zona de actuación para derivación de agua a balsa.

Las juntas se realizarán con un perfil hidroexpansivo para el sellado y un adhesivo para el pegado de las mismas. La calidad de ambos elementos será como mínimo la especificada a continuación.

Los perfiles hidroexpansivos estarán fabricados con una combinación de resinas hidroexpansivas y caucho.

Diseño:

- Fácil aplicación
- Expande en contacto con el agua
- Gran capacidad de hinchamiento
- Resistente al agua
- No quiere tiempo de endurecimiento
- No requiere soldaduras
- Adaptable a múltiples formas

Especificaciones técnicas:

Las recogidas en la siguiente tabla.

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Cambio de volumen	7 días inmerso en agua >= 100% 14 días inmerso en agua >= 150% 10 ciclos seco-húmedo >= 100%	DIN 53521
Presión de hinchamiento	15 bares después de 7 días sumergido en agua	-
Resistencia a tracción	>= 2,5 N/mm2	DIN 53504
Dureza Shore A	75 +- 5	DIN 53505
Alargamiento a rotura	>= 250%	DIN 53504

Adhesivo:

El adhesivo empleado para el pegado de los perfiles será un adhesivo de contacto a base de cloropreno, resinas sintéticas y disolventes orgánicos.

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente. En el caso de que el fabricante garantice las especificaciones de los perfiles y del adhesivo del presente pliego, mediante ensayos realizados en laboratorios autorizados con antigüedad inferior a un año, no será necesario realizar un control de calidad de los mismos, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío las muestras necesarias para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.10. PIEDRA PARA ESCOLLERA

Generalidades

La piedra para escollera será sana, compacta, dura, densa, de buena calidad y alta resistencia a los agentes atmosféricos, debiendo poseer una densidad mínima de 2.550 kg/m^3, su origen será volcánico o sedimentario.

Las escolleras carecerán de grietas, pelos, restos orgánicos en su masa, nódulos o riñones, blandones, oquedades, fisuras o daños causados por los explosivos en su extracción. Se presentarán limpias de barro, yeso o de cualquier materia que pueda disimular los defectos de la misma.

El contratista presentará a la aprobación de la Dirección de obra una documentación completa, sobre la cantera (s) o procedencia (s) de la piedra donde figure:

- Localización de la cantera (s)
- Examen de los frentes de cantera
- Clasificación geológica
- Densidad del material
- Peso específico, árido seco en aire (U-NE-7083, ASTM-C-127)
- Desgaste de los Ángeles (NLT-149, ASTM-C-131)
- Contenido de carbonato
- Resistencia a los sulfatos (UNE-7136)
- Absorción de agua (ASTM-697)
- Resistencia a la compresión sobre probetas desecadas a 110 ºC y saturadas (UNE-7242, ACI-301-35, ASTM-C-170)

- Contenido de sulfuros
- Inmersión: se mantendrá una muestra sumergida en agua dulce o salada a 15 ºC durante 30 días comprobando su reblandecimiento o desintegración. Posteriormente a estas muestras se les aplicará el ensayo de desgaste de los Ángeles.

Así mismo, dicha documentación deberá incluir instalaciones, procedimientos y formas en que van a realizarse las selecciones y acopio de los materiales.

Todos los cantos tendrán sus caras rugosas y de forma angular y su dimensión no será inferior a un tercio (1/3) de la máxima.

Dichos materiales solo podrán utilizarse en la obra, una vez que la documentación presentada ha merecido la aprobación de la Dirección de obra.

La piedra será aceptada en cantera con anterioridad a su transporte, y a pie de obra con anterioridad a su colocación. La aprobación de las muestras no limitará la facultad del Director de obra, de poder rechazar cualquier escollera que a su juicio no cumpla los requisitos exigidos en este Pliego.

3.11. IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS ENTERRADOS

Todos los muros enterrados se impermeabilizarán por su cara interna con dos capas de impermeabilizante de emulsión bituminosa que cumpla las especificaciones detalladas a continuación.

Diseño:

El impermeabilizante será emulsión bituminosa de consistencia viscosa y aplicación en frío. Cumplirá las especificaciones de la norma UNE 104231:99 así como las que se indican a continuación:

- Fácil aplicación
- Resistencia química
- Estabilidad térmica
- Resistencia al agua
- Durable
- Exento de disolventes
- Consistencia pastosa
- Gran adherencia a soportes porosos

Especificaciones técnicas:

- Viscosidad a 20ºC: 10-30 poises
- Densidad a 20ºC: 0,9 – 1,1 g/cm^3
- Contenido en agua: 50%

- Color: pardo oscuro
- Toxicidad: nula
- Inflamabilidad: nula
- Tiempo de secado a 20-25 ºC y 50% de humedad relativa: 24 horas
- Temperatura de aplicación: >= 5ºC.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente, conforme la norma UNE 104231:99 garantizando el cumplimiento del presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad del mismo, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío las muestras necesarias para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.12. LÁMINA GEODRENANTE

La lámina geodrenante que se colocarán en el trasdós de los muros de arqueta de filtros y parte enterrada de la caseta de válvulas de salida de balsa de regulación, entre otros, estará formada por una lámina de Polietileno de Alta Densidad y un geotextil de polipropileno.

La calidad de los materiales que se instalen debe ser de igual o superior a lo especificado a continuación:

Diseño:

- Funcionamiento como drenaje de agua y protección de la impermeabilización del muro.
- Drenaje estable, fiable, imputrescible y resistente a las raíces y a los hongos
- Buena resistencia a la compresión, cada nódulo de la estructura está unido directamente al geotextil
- Fácil de transportar e instalar
- Color: verde
- Peso: 620 g/m^2.
- Altura del nódulo: 8 mm

Lámina de Polietileno de Alta Densidad:

Lámina de Polietileno de Alta Densidad tendrá resaltes por una de sus caras y cumplirá las siguientes especificaciones.

Altura	8 mm
Peso	520 g/m^2

Resistencia a compresión	200 kN/m^2
Tensión de rotura	> 250 N/5 cm
Volumen de aire entre nódulos	5,7 l/m^2

Geotextil de polipropileno:

El geotextil será de polipropileno y cumplirá las siguientes especificaciones.

Espesor	0,85 mm
Peso	100 g/m^2
Tensión de rotura	300 N/5 cm
Alargamiento de rotura	> 60%
Permeabilidad al agua	15 l/m^2.s

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001, en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y garantice documentalmente el cumplimiento de las especificaciones definidas en el presente pliego mediante ensayos con menos de un año de antigüedad, no será necesario realizar un control de calidad de la lámina geodrenante, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Todos los rollos de lámina geodrenante estarán marcados de forma indeleble, permitiendo garantizar la trazabilidad de cada uno de ellos.

3.13. PERFIL PEAD PARA EMBUTIR EN HORMIGÓN

Es un accesorio fabricado en PEAD que permite la unión entre una geomembrana (lámina polimérica impermeable) tipo HDPE con una superficie de hormigón de una obra de fábrica.

Presenta las siguientes características:

- Densidad > 0,942 g/cm³ (UNE EN ISO 1138-1)
- Dureza Shore D = 60 ± 5 (UNE EN ISO 868:2003)
- Índice de Fluidez = 1.30 g/10 min (UNE EN ISO 1133-1:2012 (190ºC/5 kg))
- Resistencia en Rotura = 26 N/mm² (UNE EN ISO 527-1:2020 (Tipo 5))
- Resistencia en el Límite Elástico = 15 N/mm² (UNE EN ISO 527-1:2020 (Tipo 5))

3.14. TUBERÍAS DE PVC-U

Las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) cumplirán las especificaciones de la Norma UNE-EN 1452-1-2:2010.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE-EN 1452-1:2010 y UNE-EN 1452-2:2010 para los diámetros y presiones del proyecto, no será necesario realizar un control de calidad de la tubería de PVC, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado, realizará el control expuesto en el presente pliego, cumplirá las especificaciones indicadas en el presente pliego y aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de tubería que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.14.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Aspecto

Las superficies internas y externas de los tubos deben ser lisas, limpias y exentas de ranuras, cavidades y otros defectos superficiales.

Cada extremo del tubo debe cortarse limpiamente y perpendicular a su eje.

El color de los tubos debe ser gris o azul y uniforme en todo el espesor de la pared.

Juntas

Elastómeros de dureza mínima IHRD 70 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006.

Resistencia mínima requerida

La resistencia mínima requerida, tal como se define en la Norma UNE EN 1452-1:2010, será de al menos 25 Mpa. El ensayo se efectuará conforme con la Norma UNE-EN ISO 1167-1-2:2006.

Densidad

La densidad del tubo a 23ºC, medida de acuerdo con la ISO 1183-1-2-3:2019, debe estar comprendida entre los siguientes límites:

$$1350 \text{ kg/m}^3 \leq \rho \leq 1460 \text{ kg/m}^3$$

Opacidad

La pared del tubo será opaca y no transmitirá más del 0,2 % de la luz visible medida de acuerdo con el método descrito en la Norma UNE-EN ISO 7686:2006.

3.14.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Diámetros

El diámetro exterior nominal, el diámetro exterior medio y la ovalación se mediarán de acuerdo con la Norma pr UNE-EN ISO 3126:2005 ERRATUM:2007 y estarán dentro de las tolerancias dadas en la tabla 1 de la Norma UNE EN 1452-2:2010.

Espesor de la pared

El espesor de la pared nominal debe ser conforme con la tabla 2 de la Norma UNE EN 1452-2:2010, según la serie de tubos apropiada y su valor estará dentro de la tolerancia especificada en la tabla 3 de la UNE EN 1452-2:2010.

Longitud del tubo

El fabricante proporcionará la longitud del tubo.

La longitud nominal del tubo no incluirá la embocadura tal y como se muestra en la figura 1 de la Norma UNE-EN ISO 1452-2:2010, siendo la longitud nominal preferente 6 m. En caso de que el fabricante proponga otra longitud distinta, ésta deberá ser sometida a valoración y en su caso aprobación expresa por la Dirección facultativa. La tolerancia en la longitud del tubo será de ± 10 mm.

La profundidad mínima de la embocadura, el diámetro interior mínimo de la embocadura y la ovalación de ésta se deben ajustar a lo expuesto en la tabla 5 de la UNE EN 1452-2:2010. El espesor de pared de la embocadura será al menos el espesor de pared mínimo del tubo de conexión, a excepción de la embocadura en el que no será inferior a 0,8 veces el espesor de pared del tubo de conexión. El requisito para el diámetro interior mínimo de la embocadura se aplicará en el punto medio de la profundidad de encaje.

Deberá estar marcado por el fabricante mediante una raya la longitud de tubería que deberá introducirse en la campana.

Tubos con embocaduras

- Embocaduras para unión por encolado

En la figura 2 se indican las dimensiones de las embocaduras para la unión por encolado. Las dimensiones se deben ajustar a la tabla 4 de la Norma ISO 1452-2.

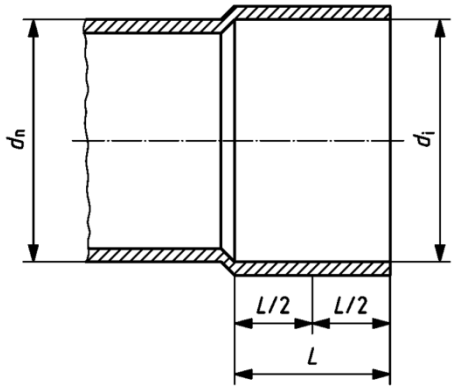


Figura 2 – Embocadura para unión por encolado

El diámetro interior nominal de una embocadura debe ser igual al diámetro exterior nominal, dn, del tubo.

El ángulo interno máximo de apertura de la zona de la embocadura no debe ser superior a 0º 30´ (30 minutos).

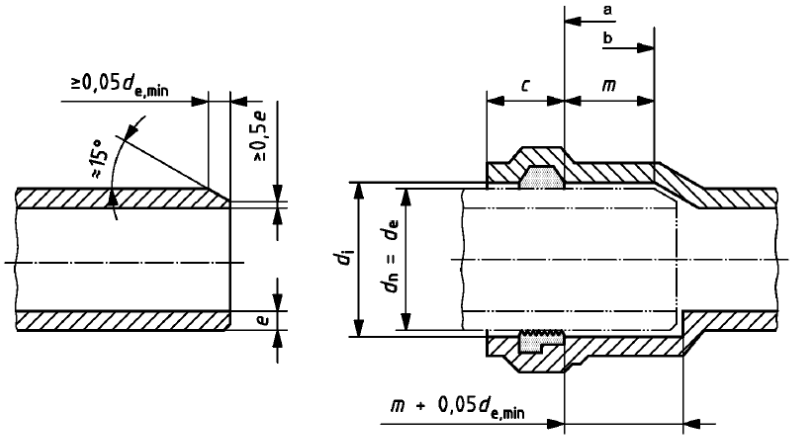
Los requisitos para los diámetros interiores medios, dim, de las embocaduras se deben aplicar en el punto medio de la longitud de la embocadura.

- <u>Embocaduras para uniones con junta de estanquidad elastomérica</u>

La profundidad mínima de encaje, mmín, de las embocaduras simples para uniones con junta de estanqueidad elastomérica (figura 3) está basada en las longitudes de los tubos de hasta 12 m y se debe ajustar a la tabla 5 de la Norma ISO 1452-2.

El espesor de pared de las embocaduras en un punto cualquiera, excepto en la cajera de la junta de estanquidad, no debe ser inferior al espesor de pared mínimo del tubo de conexión. El espesor de pared de la cajera de la junta de estanquidad no debe ser inferior a 0,8 veces el espesor de pared mínimo del tubo de conexión.

Los requisitos para los diámetros interiores medios de las embocaduras, dim, se deben aplicar en el punto medio de la profundidad de encaje, m.



Leyenda

a Comienzo de la zona de estanquidad

b Final de la parte cilíndrica de la embocadura y del tubo

Figura 3 – Embocadura y extremo macho para tubos con junta de estanquidad elastomérica

- Extremos de tubos para uniones con junta de estanquidad o por encolado

Los tubos con extremos lisos destinados a utilizarse con embocaduras con junta de estanquidad deben tener chaflán como muestra la figura 3. Los tubos con extremos lisos destinados a utilizarse en uniones por encolado no deben tener ningún canto vivo.

3.14.3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Resistencia al impacto

Los tubos con un espesor de pared nominal igual o inferior a 14,9 mm, ensayados a 0ºC de acuerdo con la UNE EN ISO 3127:2018, tendrán un porcentaje real de roturas no superior al 10%.

En el resto de los casos se atenderá a lo expuesto en la norma UNE EN 1452-2:2010.

El procedimiento de muestreo en todos los casos será conforme a la Norma ENV 1452-7:2014.

Resistencia a la presión interna

Los tubos resistirán sin reventamiento ni fuga el esfuerzo hidrostático inducido por la presión hidrostática interna ensayado de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 1167-1-2:2006.

No obstante, la conducción formada por tuberías, juntas y accesorios deberá, una vez instalada, superar la prueba hidráulica según norma UNE EN 805.

3.14.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

El tubo debe tener unas características físicas conformes con los requisitos dados en la siguiente tabla:

Características	Requisitos	Método de ensayo
Temperatura de reblandecimiento Vicat	>= 80ºC	UNE-EN ISO 2507-1:2018
Retracción longitudinal	Máximo 5%	UNE-EN ISO 2505:2006
Grado de gelificación	Sin ataque en ningún punto de la superficie de la probeta	EN 580:2005

3.14.5. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

El tubo de PVC no contendrá más de 1 ppm de monómero de cloruro de vinilo determinado por medio de cromatografía en fase gaseosa con "espacio de cabeza" de acuerdo con el método de la Norma UNE-EN ISO 6401:2009.

3.14.6. UNIONES

Las uniones de tubos se realizarán mediante junta elastomérica no resistente a esfuerzos axiales.

Las embocaduras se someterán a los siguientes controles geométricos de acuerdo con la Norma UNE EN 1452-2:2010:

- Diámetro interior medio de la embocadura
- Ovalación máxima admitida
- Profundidad mínima de embocamiento
- Longitud de entrada de embocadura y de la zona de estanquidad.

3.14.7. MARCADO

Los elementos de marcado estarán impresos o marcados directamente sobre el tubo a intervalos máximos de 1 m de forma que sea legible después del almacenamiento, exposición a la intemperie e instalación, la legibilidad se ha de mantener durante la vida de los productos. El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defectos.

Si se utiliza el sistema de impresión, el color de la información impresa debe ser diferente del color base del tubo. El tamaño del marcado debe ser tal que sea fácilmente legible sin aumento.

Marcado mínimo requerido:

- Número de la Norma de Sistema
- Nombre del fabricante y/o marca comercial

- Material
- Diámetro exterior nominal y espesor de pared
- Presión nominal
- Información del fabricante: un nombre o código para la ciudad de fabricación y el periodo de fabricación, año, en cifras o en código
- Número de la línea de extrusión, si no está incluida en la información del fabricante.

3.15. TUBERÍAS DE DRENAJE PARA LOS DRENES DE LA BALSA

Se empleará tubería ranurada corrugada circular de doble pared para drenes superficiales y profundos.

Características:

- Doble pared: interior lisa y exterior corrugada
- Rigidez (RCE) ≥ 4 kN/m² UNE-EN ISO 9969:2016
- Densidad: 1.350 a 1520 kg/m³
- Longitud de los tubos = 6 m
- Ranurado estándar a 220º. Ranuras en el valle del corrugado.
- Unión por copa con junta elástica.
- Temperatura Vicat ≥ 79 º C UNE-EN-727
- Composición: PVC-U (Policloruro de Vinilo no plastificado)
- Superficie filtrante:
    - Ø110 ≥ 91,3 cm²/ml
    - Ø160 ≥ 108 cm²/ml

<u>Normativa aplicable</u>

UNE 53994:2020: "Plásticos. Tubos y accesorios termoplásticos y termoplásticos reforzados con fleje metálico para drenaje enterrado en obras de edificación e ingeniería civil y drenaje agrícola"

UNE-EN 1401-1:2020: "Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Policloruro de vinilo no plástificado (PVC-U). Parte I: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema (para Rigidez Circunferencial Específica).

3.16. TUBERÍAS DE PVC ORIENTADO (PVC-O)

Las tuberías de policloruro de vinilo orientado (PVC-O) cumplirán las especificaciones de la Norma UNE-EN 17176: 2019.

El fabricante de la tubería deberá poseer Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE-EN 17176: 2019 para los diámetros y presiones del proyecto de la factoría en la que serán fabricados los tubos a instalar en la obra.

El fabricante de la tubería debe poseer Certificado de cumplimiento de la ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente del proceso de fabricación de la tubería de PVC-O.

El fabricante de la tubería debe poseer Certificado de cumplimiento de la ISO 14001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente del proceso de fabricación de la tubería de PVC-O.

El producto final será controlado a través de una empresa acreditada externa de control de calidad contratada por el Contratista a tal efecto.

Además, será necesario realizar ensayos adicionales de la tubería de PVC-O acabada en un laboratorio acreditado externo con el fin de garantizar el cumplimiento de los requerimientos del presente pliego. Los ensayos a realizar se especifican igualmente en el presente pliego.

3.16.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Son tubos de plástico rígidos fabricados a partir de una materia prima compuesta esencialmente de resina sintética de PVC técnico, mezclada con la proporción mínima indispensable de aditivos colorantes, estabilizantes y lubrificantes.

Aspecto

- Las superficies internas y externas de los tubos deben ser lisas, limpias, exentas de ranuras, burbujas, cavidades, rechupes y otros defectos superficiales.
- La sección transversal de los tubos ante un corte no debe presentar grietas ni burbujas.
- Cada extremo del tubo debe cortarse limpiamente y perpendicular a su eje.
- El color de los tubos debe ser azul y uniforme en todo el espesor de la pared, con tonalidad opaca que evite la penetración de la luz exterior.

Sistema de unión

- El sistema de unión entre tubos de PVC-O será entre el extremo liso de un tubo y la embocadura integrada (copa) del siguiente. La estanqueidad deberá quedar asegurada mediante la junta flexible de enchufe alojada en el interior de la copa.
- No se admitirán uniones encoladas ni el uso de adhesivos o pegamentos.

Juntas

- Las juntas de estanqueidad estarán formadas por un doble anillo, el primero será de EPDM o caucho y será el encargado de lograr la estanqueidad; el otro será de polipropileno, cuya misión será otorgar rigidez a la junta haciendo que ésta forme parte integral de la tubería, tendrá dureza mínima IHRD 60±5 conforme la norma UNE-EN 681-1 vigente.
- El suministro de tubos deberá salir de fábrica con la junta instalada.

Lubrificante

- El lubrificante que se utilice para facilitar la inserción del extremo liso de un tubo en la copa del siguiente estará exento de aceites o de grasas minerales.

Presión nominal (PN)

- La clasificación de los tubos en función de su presión nominal será: 12,5 – 16,0 – 20,0 – 25,0 kg/cm^2.

Densidad

- La densidad del tubo acabado, medida de acuerdo con la **UNE-EN 17176-2** apartado 5.2

Opacidad

La pared del tubo será opaca y no transmitirá más del 0,2 % de la luz visible medida de acuerdo al método descrito en la Norma UNE-EN ISO 7686:2006.

Marcado

Los tubos deberán marcarse conforme a la norma UNE-EN 17176:2019 que dicta:

Los tubos deben marcarse permanentemente a intervalos no superiores a 1 metro. El marcado sobre los tubos debe incluir, como mínimo, la siguiente información:

a. El nombre del fabricante y/o marca comercial
b. El material del tubo y su clasificación

c. El diámetro exterior nominal dn y el espesor nominal de pared en
d. La referencia a la norma UNE-EN 17176
e. La presión nominal PN
f. El coeficiente C
g. Centro de producción
h. Fecha de producción y código del lote de producción

El marcado estará impreso de forma que sea legible después del almacenamiento, exposición a la intemperie e instalación, la legibilidad se ha de mantener durante la vida útil de los productos. El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defectos.

El color del marcado debe ser diferente del color base del tubo. El tamaño del marcado debe ser tal que sea fácilmente legible sin aumento.

Piezas especiales

Se denominan piezas especiales a aquellos elementos que se intercalan en la conducción para permitir realizar cambios de dirección, derivaciones, reducciones, cierres de la vena líquida, etc., de acuerdo con las definiciones que se citan en el pliego de piezas singulares de la red fija de abastecimiento. Para tuberías de PVC-O los accesorios que se utilizarán serán de PVC-O, Fundición Dúctil o acero, compatibles con el diámetro exterior de las tuberías, con certificación de uso sanitario.

3.16.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Los tubos deberán cumplir con los siguientes requerimientos geométricos:

Longitud de los tubos

- La longitud de los tubos se medirá de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 3126:2005 ERRATUM: 2007 y tendrán una longitud total aproximada de 6 metros. Se permite una tolerancia de ± 20 mm.

Diámetro y espesor de la pared

- El diámetro exterior nominal del tubo (D), de acuerdo con la Norma ISO 161-1:2018, y el correspondiente espesor mínimo de la pared, serán conformes a lo indicado en la tabla 3 de la norma UNE-EN 17176:2019
- Las tolerancias de diámetro exterior medio deben ser conformes con el grado C de la Norma ISO 11922-1.

Extremos lisos

- Los extremos lisos de los tubos para las uniones conforme norma UNE-EN 17176:2019, apartado 7.6 deben tener un chaflán con ángulo $12º \leq \beta \leq 15º$

Profundidad mínima de acoplamiento de las embocaduras integradas (copas)

- La profundidad mínima del acoplamiento entre tubos de PVC-O debe ser conforme a la norma UNE-EN 17176-2:2019, apartado 7.4

Ovalización

- Es la diferencia expresada en milímetros entre los diámetros exteriores máximo y mínimo medios en una longitud de tubo de cuatro (4) metros y, por lo menos, a veinte (20) milímetros de distancia entre los extremos del tubo.
- Las tolerancias de la ovalización deber ser conformes con el grado M de la Norma ISO-11922-1.

3.16.3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Los tubos deberán cumplir con los siguientes requerimientos mecánicos:

Resistencia a la presión interna de los tubos

- Los tubos resistirán sin reventar ni fuga el esfuerzo hidrostático inducido por la presión hidrostática interna durante 10 horas y a 20 ºC y a 1000 h a 20 ºC, conforme a la norma UNE-EN 17176:2019 y en base al ensayo de las Normas UNE-EN ISO 1167-1 y UNE-EN ISO 1167-2.

Resistencia a la presión interna de los tubos con embocadura integrada

- Los tubos con embocadura integrada resistirán sin reventar ni fuga el esfuerzo hidrostático inducido por la presión hidrostática interna durante 10 horas y a 20 ºC, y a 1000 h a 20 ºC a la norma UNE-EN 17176:2019 y en base al ensayo de las Normas UNE-EN ISO 1167-1y UNE-EN ISO 1167-4.

Resistencia mínima requerida (MRS)

- La resistencia mínima queda definida por el nivel de orientación de la estructura polimérica del PVC, tanto en dirección tangencial como en dirección axial.
- La resistencia mínima requerida (MRS) debe ser igual o mayor de 50 MPa conforme a la Tabla 1 del apartado 6.3 de la norma **UNE-EN 17176-1:2019**

- Relacionada con la resistencia está la presión de rotura (Pr), que es la presión hidráulica interior que provoca la rotura del tubo.

Resistencia al impacto externo a 0ºC

- Los tubos ensayados a impacto 0ºC de acuerdo con la Norma ISO 3127, tendrán un porcentaje real de roturas (TIR) no superior al 10% cuando se utilicen las masas indicadas en la tabla 6 de la norma UNE-ISO 17176-2:2019.

Rigidez anular

La rigidez anular inicial mínima de los tubos determinada conforme a la Norma ISO 9969 deberá ser superior a los valores de la siguiente tabla:

PRESIÓN NOMINAL	12,5 bar	16 bar	20 bar	25 bar
RIGIDEZ ANULAR	4 kN/m^2	7 kN/m^2	11 kN/m^2	20 kN/m^2

Capacidad de presión negativa

La capacidad inicial mínima requerida a la presión negativa para los diferentes rangos de presión nominal deberá cumplir con lo definido en Anexo D de la Norma **UNE-EN 17176.**

3.16.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Respecto a las características físicas de los materiales la resina de PVC deberá tener un valor K ≥ 64 conforme a la Norma EN ISO 13229.

Respecto a las características físicas del tubo se deberán cumplir las especificadas en la siguiente tabla

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Temperatura Vicat del tubo base o tubo sin orientar.	≥ 80 ºC Norma **UNE-EN17176-2** apartado 10 tabla 8	**ISO 2507-1**
Ensayo de tracción axial[1]	≥ 48 MPa Norma **UNE-EN17176-2** apartado 10 tabla 8	**EN ISO 6259-1** **ISO 6259-2**
Resistencia al diclorometano[1] tubo base o tubo sin orientar	Sin ataque No deben considerarse como ataque los puntos aislados inferiores a 2 mm Norma **UNE-EN17176-2** apartado 10 tabla 8	**EN ISO 9852**
Calorimetría diferencial de barrido (DSC)[1]	T_B≥185ºC o ≥180ºC en formulaciones basadas en CaZn o compuestos orgánicos Norma **UNE-EN17176-2** apartado 10 tabla 8	**ISO 18373-1**
Conductividad térmica	0,14-0,18 Kcal / m. h. ºC	**UNE EN 12667**

Coeficiente de dilatación lineal	8 x 10^5 m/m ºC	**UNE 53126**
Rugosidad absoluta (ka)	0,007 mm	
(1) El fabricante elegirá un método de prueba para el control de producción en fábrica, teniendo en cuenta la regulación nacional o la política interna de seguridad y salud. En caso de disputa, se utilizará el método DSC.		

3.16.5. UNIONES

Las uniones de tubos se realizarán mediante junta elastomérica no resistente a esfuerzos axiales.

Se solicitará un informe de resultados favorable emitido por el fabricante de los ensayos respecto a los requerimientos de los montajes con uniones con junta de estanqueidad elastomérica expuestos en la norma UNE-EN ISO 1452-5:2011, incluyendo los ensayos de estanqueidad a largo plazo conforme a la norma ISO 13846.

3.16.6. MARCADO

Los tubos deberán marcarse conforme a la norma UNE-ISO 16422 (Enero 2015) que dicta:

Los tubos deben marcarse permanentemente a intervalos no superiores a 1 metro. El marcado sobre los tubos debe incluir, como mínimo, la siguiente información:

- el nombre del fabricante y/o marca comercial
- el material del tubo y su clasificación
- el diámetro exterior nominal dn y el espesor nominal de pared en
- la referencia a la norma UNE-ISO 16422
- la presión nominal PN
- el coeficiente C
- centro de producción
- fecha de producción y código del lote de producción

El marcado estará impreso de forma que sea legible después del almacenamiento, exposición a la intemperie e instalación, la legibilidad se ha de mantener durante la vida útil de los productos. El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defectos.

El color del marcado debe ser diferente del color base del tubo. El tamaño del marcado debe ser tal que sea fácilmente legible sin aumento.

3.16.7. ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD

El fabricante dispondrá de laboratorios y de un banco de pruebas debidamente equipados para la determinación de las características físicas y químicas de la materia prima y de los productos acabados. En ellos se realizarán los siguientes ensayos y controles:

1. De la materia prima.
2. Del proceso de fabricación
3. De los productos acabados

Los ensayos y controles se realizarán con la periodicidad que se demande y los resultados se conservarán en los correspondientes registros.

Ensayos de las materias primas

El fabricante deberá asegurarse que tanto las materias primas como los compuestos y mezclas que intervienen en la fabricación, poseen características constantes y sirven para cumplir las especificaciones requeridas a los productos acabados conforme al presente Pliego. En este caso se efectuarán las siguientes determinaciones en la resina de PVC:

- Contenido de agua
- Densidad aparente
- Componentes volátiles

En principio, los ensayos de recepción se dejan al libre criterio del fabricante. Por parte de la Administración no se prevé efectuar ensayos contradictorios de las materias primas, salvo que existan discrepancias con el Contratista sobre su calidad.

Los ensayos que sea preciso efectuar en laboratorios designados por la Administración como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados de los ensayos en fábrica o en obra, serán abonados por el Contratista.

Ensayos del proceso de fabricación

El fabricante se encargará de realizar sobre muestras obtenidas a lo largo del proceso de producción de los tubos los siguientes ensayos:

Cada 2 horas y a la salida del tubo de cada extrusora se efectuarán las determinaciones siguientes:

a) Examen visual del aspecto general (acabado exterior e interior de la pared del tubo).
b) Pruebas dimensionales (diámetro exterior medio, ovalización y espesor).

Tubo base	Espesor tubo	Cada 2 horas
	Longitud tubo	Cada 8 horas
Tubo orientado	Apariencia	Cada 2 horas
	Color	Cada 2 horas
	Longitud de tubo	Cada 2 horas
	Longitud de copa	Cada 2 horas
	Ovalización	Cada 2 horas
	Espesor de tubo	Cada 2 horas
	Diámetro interior copa	Cada 2 horas
	Espesor labio copa	Cada 2 horas
	Longitud marcado tope enchufe	Cada 2 horas
	Diámetro exterior tubo	Cada 4 horas
	Bisel	Cada 4 horas
Accesorio	Labio copa A y B	Cada 4 horas
	Longitud copa	Cada 2 horas
	Diámetro interior copa	Cada 2 horas
	Ovalación	Cada 2 horas
	Aspecto	Cada 2 horas
	Marcado	Cada 2 horas

Ensayos del producto acabado

El fabricante se encargará de realizar en su propio laboratorio el protocolo de ensayos establecido en la Norma UNE-EN 17176:2019 por cada lote de fabricación. Se entiende por lote de fabricación la cantidad de tubería de un mismo tipo (mismo diámetro y presión nominal) fabricada durante como máximo una semana. El contratista comunicará con antelación, de manera escrita y expresa, a la Dirección de Obra la fecha en que pueden comenzarse las pruebas.

Previamente el contratista comunicará con antelación, de manera escrita y expresa, a la Dirección de Obra el Programa de Puntos de Inspección (PPI) correspondiente al control de los ensayos a realizar en el laboratorio a los tubos acabados de PVC-O por lote de fabricación, contratando para ello los servicios de una empresa de control de calidad externa acreditada en o para la realización de los ensayos previstos, que será la encargada de realizar dichas labores. Así mismo la Dirección de Obra estará autorizada a presenciar dichas pruebas.

El PPI por cada lote de fabricación deberá incluir como mínimo los ensayos incluidos en el siguiente cuadro:

ENSAYOS CONFORME UNE-EN 17176:2019	SEGUIMIENTO
Aspecto	100% de los tubos por lote
Diámetro exterior medio	4 horas línea fabricación
Espesor de la pared	2 horas línea fabricación
Longitud copa	2 horas línea fabricación
Longitud del tubo	2 horas línea fabricación
Resistencia al impacto	1ensayos/ lote
Rigidez anular	1ensayos/lote

Resistencia a tracción axial	1ensayos/día
Resistencia a la presión interna 10h-20 ºC	1 ensayo/lote
Resistencia a la presión con embocadura integrada 10h -20ºC	1 ensayo/lote

Adicionalmente se establece una serie de comprobaciones adicionales como control de calidad del producto acabado (tubería) a realizar en laboratorio externo acreditado en los ensayos a realizar.

Las muestras para la realización de los ensayos deberán ser tomadas de los propios tubos enviados o dispuestos para su envío a la obra. Los ensayos serán los siguientes:

ENSAYOS	REQUERIMIENTO DEL PLIEGO
Diámetro exterior medio	UNE-EN 17176:2019
Espesor de la pared	UNE-EN 17176: 2019
Longitud de la embocadura	UNE-EN 17176: 2019
Resistencia al impacto	TIR < 10%
Rigidez anular	≥5 KN/m2
Resistencia a tracción axial	Esfuerzo mínimo 48 MPa
Resistencia a la presión interna 10h-20ºC	Sin fallo
Resistencia a la presión con embocadura integrada 10h-20ºC	Sin fallo
Dureza de la junta	IHRD>60+-5

Los ensayos del cuadro anterior se realizarán para cada diámetro fabricado conforme al siguiente plan de muestreo:

ENSAYOS	**Nº DE PROBETAS POR DIÁMETRO**
Diámetro exterior medio	3
Espesor de la pared	3
Longitud de la embocadura	1
Resistencia al impacto	1
Rigidez anular	1
Resistencia a la tracción axial	1
Resistencia a la presión interna 10 h 20 ºC	1
Resistencia a la presión con embocadura integrada 10h-20ºC	1
Dureza de la junta (*)	3
(*) Este ensayo al ser propio de la junta no afecta al lote de tubería fabricada	

En caso de fallo de alguno de los ensayos realizados en laboratorio externo se permitirá su repetición específica en el banco de ensayos del fabricante a muestras escogidas por el Director de la Obra del mismo o de diferente lote de fabricación.

En caso de volver a constatarse el fallo se desecharán los lotes de fabricación correspondientes a ambas muestras ensayadas y se volverá a repetir el proceso desde el inicio. En caso de resultado satisfactorio se volverá a repetir específicamente ese ensayo de nuevo en laboratorio externo para confirmar su validez.

El coste de los citados ensayos será abonado por el Contratista conforme al porcentaje de control de calidad firmado en el contrato de ejecución de las obras.

3.16.8. DOCUMENTACIÓN A APORTAR ANTES DE RECIBIR EN OBRA LA TUBERÍA

Antes de recibir en la obra el pedido el contratista aportará la siguiente documentación:

a. Por parte de la Empresa externa de control de calidad

Informe de resultados favorable de las comprobaciones y ensayos realizados por empresa de control de calidad externa a los ensayos en fábrica de las tuberías de PVC para cada uno de los lotes suministrados, conforme a lo especificado en el apartado anterior.

b. Por parte del laboratorio externo

Informe de resultados favorable de las comprobaciones y ensayos realizados en laboratorio externo a las tuberías de PVC, conforme a lo especificado en el apartado anterior.

3.16.9. EMBALAJE

En todo momento durante el transporte, entrega y manipulación del material se cumplirán las recomendaciones reflejadas en el punto 5.2 de La Guía Técnica sobre Tuberías para el transporte del Agua a presión del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

- Embalaje

Todos los tubos se entregarán en obra paletizados y protegidos con un plástico opaco si van a estar a la intemperie fijado con los flejes del paletizado, para evitar la incidencia directa de la luz solar sobre los mismos.

No se admitirán suministros a obra de tubos anidados (tubos de menor diámetro introducidos dentro de otros de diámetro superior).

El embalaje y transporte será realizado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, Cada entrega irá acompañada de un albarán donde se indique el número y tipo de tuberías, manguitos, juntas y piezas especiales que componen el suministro.

- Transporte

Las operaciones de carga y descarga del camión de transporte se realizarán con el debido cuidado para no dañar el material. El piso y los laterales de la caja de

los camiones han de estar exentos de protuberancias o cantos rígidos y agudos que puedan dañar a los tubos o accesorios.

Cuando se carguen tubos de diferentes diámetros, los de mayor diámetro tienen que colocarse en el fondo para reducir el riesgo de deformación

Para tamaños de tuberías de 160 mm o más, se deberá colocar debajo de las tuberías una base de madera de al menos 75 mm de anchura de soporte en espacios que no sean más grandes de 915 mm.

La carga se sujetará bien a lo largo de toda su longitud con eslingas planas de tejido al bastidor del vehículo con el fin de evitar rozamientos y golpes debidos a los movimientos durante el transporte.

En la descarga se evitará arrastrar los tubos, adoptando las mismas precauciones que para la carga, asegurándose de que los tubos no caigan sobre superficies duras e irregulares o se golpeen unos con otros al caer.

- Almacenamiento

Los tubos deberán almacenarse protegidos con el plástico opaco procedente del embalaje cuando se prevea un tiempo desde su acopio hasta su instalación. El fabricante informará, a petición del contratista, sobre el tiempo máximo de exposición a radiación solar o intemperie sin que la tubería sufra daño estructural alguno indicando los condicionantes en cada caso.

Los tubos nunca podrán quedar apoyados directamente sobre el terreno, debiéndose quedar apoyados sobre listones de madera de al menos 75 mm de anchura colocados cada 1,5 metros para evitar la posible flexión del producto.

El lugar destinado para colocar tubos estará nivelado y plano, para evitar deformaciones del producto. Igualmente estará exento de objetos duros y cortantes.

Las alturas máximas de apilado no superarán en ningún caso los 3 metros de altura, por razones de seguridad y deberá respetarse el número de capas máximas indicadas en la tabla siguiente:

DN (mm)	90-110	125-200	225-315	400-450	500-630	710-1200
FILAS (Nº)	12	7	4	3	2	1

3.16.10. MONTAJE

Se deberá exigir a todos los componentes del equipo de montaje de tubería disponer en vigor del Carnet de Especialista en Instalación de Sistemas de Tuberías Plásticas expedido por el Grupo Sectorial de Tuberías Plásticas AseTUB de ANAIP,

para lo cual el contratista deberá presentar a la Dirección de obra copia de los carnés previo al comienzo de los trabajos de montaje de tubería.

El trasporte desde el acopio hasta pie del tajo se realizará con medios mecánicos evitando excesos de velocidad y fuertes frenadas que pudieran mover la carga transportada y deteriorarla.

El Contratista estará obligado a comprobar que el equipo mecánico encargado del desplazamiento y colocación de los tubos tiene suficiente capacidad de carga y que se están cumpliendo las normas de seguridad adecuadas, mantenga la supervisión correcta y cumpla estrictamente las normas y especificaciones nacionales de instalación.

En caso de descargar los tubos y accesorios a pie de zanja, se descargarán los tubos junto con los accesorios en el lado opuesto al vertido de la tierra a intervalos de 6 metros o cada acopio de tubos a múltiplos de 6 metros.

El montaje de la tubería en el caso de existir pendiente acusada en el trazado, se efectuará preferentemente en sentido ascendente, previniendo puntos de anclaje para la tubería.

La zanja deberá tener una sobre excavación donde apoye convenientemente la campana da cada tubo montado, esta sobre excavación no deberá de ser más larga de lo necesaria.

Los tubos deberán de estar colocados de forma que los datos suministrados por el fabricante deberán estar orientados hacia la parte superior.

En las uniones entre tubos con unión por embocadura no se permitirán desviaciones superiores a dos (2) grados en la alineación entre tubos.

No se permitirá el curvado de las tuberías ni de accesorios mediante soplete, ni por ningún otro procedimiento, cuando se requiera realizar un giro superior a los 2 grados que permite la unión se realizará mediante las piezas especiales adecuadas.

En tuberías unidas mediante junta elástica se alineará la copa y el extremo del tubo, se evitará la penetración de lubricante en el alojamiento de la junta para así evitar que esta pueda girar y salirse de su alojamiento y se asegurará que la junta sea colocada en la posición correcta. El lubricante solo será aplicado en el extremo del tubo y en el interior de la copa. El lubricante a medio usar deberá cerrarse y sellarse de nuevo, para evitar cualquier posible contaminación.

Los bordes de los tubos cortados deben ser redondeados o achaflanados para que se asemejen a la forma original de la tubería.

En el manejo de los tubos se debe tener en cuenta el riesgo de ruptura de los extremos achaflanados y de las embocaduras. Los tubos no deberán ser arrastrados por el terreno, ni colocados haciéndolos rodar por rampas.

Una vez acabado el montaje diario de un tramo, se incorporarán en los extremos tapas de protección para evitar el ensuciamiento de su superficie interior. Las tapas no serán retiradas hasta el momento de la instalación de la tubería.

La zanja encargada de albergar el tubo deberá asegurar que exista espacio suficiente alrededor de cada tubo, para la instalación de la tubería correspondiente, el plano de apoyo de la tubería en la zanja deberá ser completamente soportado por el terreno.

El descenso de los tubos al fondo de la zanja se realizará con precaución y empleando medios mecánicos. Sólo si la zanja tiene una profundidad inferior a 1,5 m, para diámetros inferiores a 200 mm y cuando el borde de la zanja sea lo suficientemente estable se podrá realizar el descenso de la tubería de manera manual.

Para evitar la inundación de las zanjas que produce la flotación de la tubería o derrumbes de tierra y arrastres, inmediatamente después de haber perfilado las rasantes, y, en cualquier caso, antes de depositar la tubería en el fondo de aquélla, se abrirán drenajes en los puntos donde sea necesario, de acuerdo con el perfil, y cuando no sea posible se evacuará el agua mediante una bomba, con objeto de garantizar la completa evacuación de las aguas.

En cualquier caso, para asegurar el correcto apoyo de toda la longitud de la tubería, se deberá evacuar el agua del fondo de la zanja, ya sea mediante drenajes o bombas de achique.

No se deberá colocar más de 100 m de tubería sin proceder al relleno parcial de la zanja para evitar que se produzca flotación de la tubería. Es preciso dejar las uniones descubiertas para su comprobación en la posterior fase de prueba de presión.

3.16.11. PRUEBA DE PRESIÓN DE LA TUBERÍA INSTALADA

Las pruebas de presión de la tubería instalada en campo se deben llevar a cabo continuación de la instalación del tramo a ensayar sin dejar pasar entre ambas actividades más de quince (15) días.

Las pruebas se realizarán según dicta la norma UNE-EN 805 o según el procedimiento que estime oportuno la D.O. (en ambos casos la D.O fijará previamente los criterios de cálculo del golpe de ariete o su valor mínimo, estableciendo el criterio para determinar la presión de ensayo); durante la prueba se revisarán todos los tubos, piezas especiales, válvulas y demás elementos comprobando su correcta instalación y que todas ellas permiten la circulación del fluido con el que se realizará la prueba. Durante dicha revisión se comprobará que el relleno parcial está exento de escombros de raíces y de cualquier material extraño

que pueda causar problemas, este relleno deberá dejar visible todas las juntas para comprobar que ninguna junta pierde agua.

Las longitudes razonables para los tramos en prueba pueden oscilar entre 500 y 1000 metros preferentemente contra válvulas de corte de la red. En caso de no existir válvulas en tramos inferiores a 1000 m se deberán hacer anclajes que soporten los empujes de los tapones a colocar en los extremos de cada tramo a ensayar.

La presión de prueba (STP) deberá aplicarse en el punto más bajo de cada tramo en prueba.

El manómetro de la prueba podrá colocarse en una salida de ventosa del tramo de tal manera que se alcance la STP en el punto más bajo.

En caso de hacer prueba de presión de tramos cuyos extremos coincidan con válvulas de corte de la tubería habrá que tener en cuenta que la presión de prueba no deberá ser superior a 1,1 x PN de la válvula para mantener su garantía de estanqueidad. Si las ventosas definidas en el proyecto para instalar en la obra no son del timbraje necesario para acometer la prueba correspondiente se utilizarán válvulas de aire provisionales correspondientes al timbraje necesario.

Siempre, antes de empezar la prueba, deben estar colocados en su posición definitiva todos los tubos, piezas especiales, válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobar que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas (con anclajes sus definitivos) y las obras de fábrica con la resistencia debida.

Previo a la realización de la prueba de presión, las tuberías deben estar instaladas y recubrirse con los materiales de relleno dejando expuestas las uniones. Una pequeña fuga en la junta se puede localizar más fácilmente cuando está expuesta.

Las sujeciones y macizos de anclaje definitivos deben realizarse para soportar el empuje resultante de la prueba de presión. Los macizos de anclaje deben alcanzar las características de resistencia requeridas antes de que las pruebas comiencen. Se debe prestar atención a que los tapones y extremos cerrados provisionales se fijen de forma adecuada y que los esfuerzos transmitidos al terreno sean repartidos de forma adecuada de acuerdo con la capacidad portante de este. Todo soporte temporal, sujeción o anclaje no ha de retirarse hasta que la conducción no haya sido despresurizada.

Previo al comienzo de las operaciones, debe llevarse a cabo una inspección para asegurarse de que está disponible el equipo de seguridad apropiado y de que el personal dispone de la protección adecuada. Todas las excavaciones deberán permanecer convenientemente protegidas. Todo trabajo no relacionado con las

pruebas de presión deberá prohibirse en las zanjas durante las mismas. En este sentido, los manómetros deberán ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

Las conducciones deben llenarse de agua lentamente, antes de que el agua llene la tubería, todos los sistemas de salida de aire o válvulas de descarga de aire de la tubería en los puntos altos de las mismas deben ser abiertos. La proporción de volumen de llenado debe ser manejada por los medios disponibles de manera que la descarga de aire sea igual en proporción volumétrica.

Se comprobará el funcionamiento de las ventosas instaladas durante el llenado.

Se deberá colocar en el punto más alto de la instalación provisional de prueba una ventosa para la expulsión de aire.

Una vez que se haya llenado en su totalidad el tramo a probar debe de realizarse una inspección visual hasta comprobar que las uniones son estancas.

El bombín para dar presión podrá ser manual o mecánico, pero en este último caso deberá estar provisto de llaves de descarga para poder regular de forma lenta los aumentos de presión. Los incrementos no superarán la cifra de un kilogramo por centímetro cuadrado en cada minuto.

El contratista comunicará a la Dirección de Obra el tramo de tubería que se va a probar, y será ésta quien le indique la presión de prueba a alcanzar.

Una vez obtenida la presión definida para cada tramo debe pararse y se da comienzo a la prueba:

- Se toma la presión de inicio (en el punto más bajo y el más alto) con sendos manómetros de precisión de décimas de kg/cm^2. Al menos uno de los manómetros de verá ser digital para poder volcar los datos registrados en una aplicación informática.
- Se deja transcurrir 1 hora.
- Terminado el tiempo de espera se toma de nuevo la presión.

La caída de presión debe presentar una tendencia regresiva y al finalizar la primera hora no debe exceder el valor de 2 m.c.a para de PVC-O.

Cuando el descenso de los manómetros sea superior, deben corregirse las fugas procediéndose a una nueva prueba, hasta obtener un resultado satisfactorio.

El contratista deberá comunicar con siete (7) días de antelación, de manera escrita y expresa, a la Dirección de Obra la fecha en que va a realizar cada una de las pruebas.

Las pruebas deberán ser supervisadas por una empresa de control de calidad externa contratada a tal efecto por el contratista. De cada tramo se deberá elaborar

un informe detallado de los resultados incluyendo un plano de ubicación del tramo probado. Así mismo la Dirección de Obra podrá presenciar dichas pruebas.

La empresa de control de calidad externa dispondrá, para la realización de las pruebas, de un manómetro digital con certificado de calibración en vigor emitido por organismo autorizado. En los informes de las pruebas se deberá incluir un listado de presiones cada segundo durante los 60 minutos que dura la prueba junto a una gráfica de la curva de caída de presión.

El coste de la empresa de control de calidad encargada de certificar las pruebas será abonado por el Contratista conforme al porcentaje de control de calidad firmado en el contrato de ejecución de las obras.

3.17. TUBERÍAS DE PVC CORRUGADO

Las tuberías de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) de pared estructurada cumplirán las especificaciones de la norma UNE-EN 13476, parte 1 y parte 3: UNE-EN 13476-1:2018 y UNE-EN 13476-3:2019, y el Documento de Idoneidad Técnica del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE-EN 13476-1-3 para los diámetros del proyecto, no será necesario realizar un control de calidad de la tubería, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado, realizará el control expuesto en el presente pliego, garantizará documentalmente el cumplimiento de las normas UNE-EN 13476-1- 3, así como aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de tubería que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.17.1. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Serán de aplicación las siguientes definiciones y símbolos referidos en la UNE-EN 13476 "Sistemas de canalización en materiales termoplásticos para saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de pared estructurada de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) y polietileno (PE)":

Tubos estructurados: Productos que tienen un diseño óptimo, con respecto a la cantidad de material empleado, para conseguir los requisitos físicos y mecánicos solicitados en las partes 1 y 3 de la Norma UNE-EN 13476.

Tipo: En función de sus características constructivas, el tipo certificado de tubería será tipo B: tubos cuya superficie interna es lisa y la superficie externa corrugada (tubos corrugados).

Flexibilidad anular, RF: Capacidad de un tubo para resistir una deformación diametral sin que se produzca pérdida de integridad estructural.

Rigidez Circunferencial Específica (RCE):

$$S_C = {E \times I}/{D_m^3}$$

Donde:

- Sc: Rigidez circunferencial especifica en N/mm²
- E: Modulo de elasticidad a flexión circunferencial en N/mm²
- I: Momento de inercia de la pared del tubo por unidad de longitud (I = e3112. en mm)
- e: espesor nominal de la pared del tubo, en mm
- EI: factor de rigidez transversal, en N x mm
- Dm: diámetro medio teórico del tubo (D1=DN-e), en mm

Rigidez anular, SN: Característica mecánica de un tubo, siendo una medida de la resistencia a la deformación anular (en kN/m²) bajo una fuerza externa determinada, conforme a la Norma UNE EN ISO 9969:2016.

Clase: Designación numérica de la rigidez anular de un tubo o de un accesorio, siendo un número convenientemente redondeado que indica la rigidez anular mínima requerida del tubo o del accesorio. Se llama clase de tubos a aquellos que tienen la misma rigidez anular (SN).

Las tuberías de este proyecto serán de las siguientes clases de rigidez anular SN (kN/m²):

- DN = 200: SN 4.
- DN = 250: SN 4 ó SN 8.
- DN > 250: SN 8.

3.17.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las características técnicas de la materia prima, de los tubos de PVC-U, sus diámetros nominales, sus tolerancias dimensionales, etc., estarán en todo momento conforme a las prescripciones fijadas en los diferentes apartados de la Norma UNE-EN 13476 Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y

saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de pared estructurada de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), parte 3, para tubos tipo B.

La resistencia mínima requerida, tal como se define en la Norma UNE-EN 13476, deberá ser:

- DN = 200: SN 4.
- DN = 250: SN 4 ó SN 8
- DN > 250: SN 8.

correspondiente a una rigidez circunferencial específica inicial $RCE_{inicial}$ > 4 o 8 KN/m², según el diámetro nominal de la tubería. La rigidez circunferencial específica deberá ensayarse mediante la norma UNE EN ISO 9969:2016.

En lo referente a aspecto externo, las superficies interna y externa de los tubos y accesorios, deben estar limpias y estar ausentes de ralladuras, burbujas, impurezas y poros, y de cualquier otra imperfección de superficie que pueda impedir a los tubos y accesorios satisfacer esta norma.

Los extremos de los tubos y accesorios deben ser cortados limpiamente, sin rebabas y perpendicularmente a su eje.

La capa de los tubos será de color teja, aproximadamente RAL 8023, exterior e interiormente.

DIMENSIONES

Las tuberías estructuras de policloruro de vinilo, se clasifican según su diámetro nominal (DN), el cual es coincidente con el diámetro exterior (OD), con el diámetro interior (ID), o con algún valor intermedio. Los valores de los diferentes diámetros establecidos para la tubería de PVC corrugada son los que recoge la siguiente tabla:

Las tuberías estructuras de policloruro de vinilo, se clasifican según su diámetro nominal (DN), el cual es coincidente con el diámetro exterior (OD), con el diámetro interior (ID), o con algún valor intermedio. Los valores de los diferentes diámetros establecidos para la tubería de PVC corrugada son los que recoge la siguiente tabla:

Diámetro nominal (DN) (mm)	Diámetro exterior (mm)	Diámetro Interior (mm)
160	160	146,0
200	200	182,0
250	250	227,5
315	315	285,2
400	400	364,0
500	500	451,8

Diámetro nominal (DN) (mm)	Diámetro exterior (mm)	Diámetro Interior (mm)
600	649	590,0
800	855	775,0
1000	1072	970,0
1200	1220	1103,0

La longitud de los tubos será de 6 metros.

Los tubos se suministran con ranuras en el valle del corrugado, a lo largo de un arco de 220º, los tubos hasta 200 m pueden suministrarse con ranurado total (360º). Los tubos de diámetro 220 mm y superiores pueden suministrarse con ranurado únicamente en un arco de 108 º.

Los valores mínimos de la longitud de embocadura figuran en la tabla siguiente en mm:

Diámetro nominal (DN) (mm)	*Longitud mínima embocadura (mm)*
160	102
200	118
250	161
315	180
400	194
500	214
600	242
800	320
1000	485
1200	547

<u>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y QUÍMICAS</u>

Los tubos deben tener unas características físicas iniciales acordes con los requisitos descritos en esta tabla:

CARACTERISTICAS	*VALOR*	*UNIDADES*
Densidad aparente (UNE 53137)	1.350-1.520	gr/cm^3
Coeficiente de seguridad a 50 años	1,4	
Rigidez anular EN-ISO 9969	=> 4 o 8	kN/m^2
Rugosidad (P-Colebrook) agua limpia (EN 922)	0,01	mm

Rugosidad (P-Colebrook) aguas residuales EN 922	0,10-0,25	mm
Módulo de elasticidad inicial	3.600	MPa
Módulo de elasticidad tras 50 años	1.750	MPa
Temperatura Vicat (UNE-EN-727)	79	ºC

Límites de pH:

La calidad de resina determinará la resistencia química. Por tanto, para una temperatura ambiente de alrededor de 20ºC los valores de este indicador estarán entre 3 y 9.

CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN

Será de aplicación lo especificado en la norma UNE EN 13476.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE-EN 13476-1-3 para los diámetros del proyecto, no será necesario realizar un control de calidad de la tubería, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado, realizará el control expuesto en el presente pliego, garantizará documentalmente el cumplimiento de las normas UNE-EN 13476-1- 3, así como aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de tubería que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.17.3. SISTEMAS DE UNIÓN

La unión de los tubos se realizará mediante embocadura, de forma que cada tubo tenga un extremo igual al resto del cuerpo del tubo (extremo macho o cabo), y el otro extremo esté conformado para permitir la embocadura (extremo hembra o copa). Dicha embocadura debe ser de tipo integrada, de forma que se conforme directamente en un tubo sin copa recién fabricado. Se mantendrá así la misma forma corrugada que en el resto del tubo.

La estanqueidad de la unión se realizará mediante una junta elástica de EPDM posicionada en los valles del perfil corrugado del cabo del tubo. Dicha junta se comprimirá contra la superficie interior de la copa del otro tubo, debiendo asegurar una total estanqueidad en la unión de ambos tubos.

Para asegurar un montaje correcto y evitar que la junta elástica se desplace de su alojamiento, dicha junta deberá ser de doble cuerpo en tuberías de DN < 630, es decir, que la junta ocupe dos valles del perfil corrugado. En tuberías de diámetro superior la junta podrá de simple labio, ya que la mayor profundidad de las corrugas evita el desplazamiento de la junta.

Los ensayos que deben cumplir las juntas elásticas se definen en la norma UNE-EN 681-1. La tubería debe cumplir con el ensayo completo de estanqueidad descrito en la norma UNE EN 1277:2004 (ensayos con presión interior y con deflexión diametral y desviación angular).

El ensayo sobre la junta elástica, según UNE EN 681-1, es el siguiente:

ENSAYO	EXIGIDO
Curva reométrica	Patrón
Densidad (g/cm^3)	1,10 + 0,05
Dureza (ºShore A) -H	50 + 5
Resistencia a tracción (MPa)-A	≥ 9
Alargamiento a la Rotura (%)-A	≥ 375
Deformación Remanente por compresión (%) (23ºC a 72h)	≥ 12
Envejecimiento en aire (7 días a 70ºC)	Cambio de dureza (%) 8 /-5
	Cambio de resistencia a tracción (%) 0 /-20
	Cambio de alargamiento a la rotura (%) 10/-30
Relajación de esfuerzos (%) (7 días a 23ºC)	≤ 14
Cambio de volumen en agua (%) (7 días a 70ºC)	8/-9
Resistencia al ozono	Sin grietas a simple vista

El fabricante declarará por escrito el ángulo máximo de giro en las uniones entre tubos en cualquier circunstancia. En caso de existir condicionados deberán ser advertidos por escrito.

3.17.4. MARCADO

Los elementos de marcado estarán impresos o marcados directamente sobre el tubo a intervalos máximos de 2 m de forma que sea legible después del almacenamiento e instalación. La legibilidad se ha de mantener durante la vida de los productos. El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defectos.

Si se utiliza el sistema de impresión, el color de la información impresa debe ser diferente del color base del tubo. El tamaño del marcado debe ser tal que sea fácilmente legible sin aumento.

Los tubos de Tipo B, de superficie interna lisa y superficie externa perfilada vendrán marcados según se indica en la norma UNE-EN 13476-3, siendo el marcado mínimo requerido el siguiente:

- Número de la Norma, UNE-EN 13476-3
- Serie diámetro, dimensión nominal/diámetro interior mínimo garantizado real (el marcado de diámetro interior mínimo garantizado es voluntario)
- Nombre del fabricante y/o marca comercial
- Clase de rigidez, por ejemplo, SN 8
- Flexibilidad anular, RF 20 cuando proceda
- Material, PVC-U
- Código del área de aplicación
- Información del fabricante (código que proporcione la trazabilidad con los siguientes detalles: periodo de fabricación, año y mes; lugar de fabricación si el fabricante produce en diferentes ciudades)
- Marca de calidad

3.17.5. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

El fabricante debe embalar y/o proteger las tuberías de PVC contra posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas durante la manipulación, el transporte y el almacenaje.

Todos los tubos se entregarán en obra protegidos con un plástico opaco fijado con los flejes de forma tal que el plástico de protección no se vuele, para evitar la incidencia directa de la luz solar sobre los mismos. Los flejes empleados en el embalaje, serán de poliéster reforzado, en ningún caso se admitirán flejes metálicos.

En la entrega de la tubería en obra no se admitirán suministros a obra de tubos anidados.

El modo de apilado de tubos será el de pirámide truncada, pero se deberá evitar alcanzar alturas excesivas. La primera hilera de tubos deberá apoyarse sobre travesaños de madera con cuñas, con objeto de prevenir deslizamientos y asegurar la estabilidad de las pilas.

3.17.6. PIEZAS ESPECIALES

Las piezas especiales utilizadas para el montaje de conducciones de tuberías estructuradas de PVC-U estarán fabricadas en el mismo material.

Las principales características técnicas de las piezas de PVC-U utilizadas para la tubería corrugada de PVC-U son las siguientes:

- Serán de piezas fabricadas en PVC-U compacto y no estructurado
- Todas las piezas especiales tendrán unión por junta elástica, idéntica a la utilizada en los tubos de PVC-U corrugado
- Las piezas empleadas para la tubería corrugada PVC-U serán las enumeradas a continuación:
    - Manguito unión con tope
    - Manguito pasante
    - Codos de 45º y 87º 5´
    - Cono de ampliación
    - Tapón
    - Derivación a 45º
    - Derivación a 87º 5´
    - Entronque en clip a 45º
    - Entronque en clip a 87º 5´
    - Clip mecánico a 90º
    - Clip elastomérico a 90º

3.18. TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO PARA SERVICIOS

Las tuberías de hormigón armado serán de clase resistente 90, siendo ésta la carga mínima aplicada en el ensayo de aplastamiento en kN/m, dividida por una milésima parte de la dimensión nominal o del ancho nominal del elemento.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1916:2008 no será necesario realizar un control de calidad de los tubos, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente y realizará el siguiente control de calidad conforme a lo especificado en la norma UNE-EN 1916:2008.

3.18.1. MATERIALES

Hormigón:

Todos los componentes del hormigón cumplirán lo especificado en el presente pliego para hormigón:

1. Contenido en ion cloro: El contenido de ion cloro, determinado por cálculo y expresado en porcentaje de cemento, no podrá superar los valores de la tabla nº4 de la norma UNE-EN 1916:2008.
2. Relación agua/cemento: La relación entre el agua y el cemento más las adiciones no debe sobrepasar 0,45 para el hormigón perfectamente compactado.
3. Absorción de agua del hormigón: La absorción de agua del hormigón debe ser <= 6% de la masa, ensayada conforme el apartado 6.7 de la norma UNE-EN 1916:2008.

Juntas de estanqueidad:

- Las juntas empleadas en las uniones de los tubos cumplirán con la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006.

Acero:

- Cumplirá lo especificado para acero en redondos para armaduras en el presente pliego
- El porcentaje mínimo de armadura relativo a la sección longitudinal del fuste será del 0,25% para los aceros corrugados y del 0,4% para los aceros lisos
- El recubrimiento mínimo de las armaduras cumplirá las condiciones de uso definidas en el apartado 4.3.8 de la norma UNE-EN 1916:2008
-

3.18.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y ASPECTO

Acabado:

- Las superficies funcionales de las uniones deben estar exentas de irregularidades que impidan la realización de una unión estanca de forma duradera
- La máxima apertura permitida en superficie de las fisuras será de 0,15 mm

Características geométricas:

- Los tubos cumplirán las especificaciones de los apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1916:2008

Uniones:

- La unión de tubos cumplirá las especificaciones de los apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1916:2008

Marcado:

Todos los tubos tienen que estar marcados de forma indeleble, durable e inequívoca como mínimo con los siguientes datos:

- Nombre fabricante o marca comercial
- Lugar de fabricación
- Norma que cumplen
- Fecha de fabricación
- Identificación del material constituyente del elemento
- Identificación de cualquier entidad de certificación por tercera parte
- Clase resistente
- Identificación de las condiciones de uso distintas de las normales
- Diámetro nominal
- Número y lote de fabricación al que pertenece el tubo

3.18.3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Resistencia al aplastamiento:

Los tubos de hormigón armado resistirán como mínimo una carga de 0,67 veces la carga mínima del ensayo de aplastamiento, realizando el ensayo conforme la norma UNE-EN 1916:2008 y sin que aparezcan en las zonas de tensión del hormigón, fisuras estabilizadas de más de 0,3 mm sobre una longitud continúa de 300 mm o más.

Resistencia a la flexión longitudinal:

Deberá ser conforme con lo especificado en los apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1916:2008.

Estanqueidad:

La estanqueidad frente al agua de los elementos individuales y de las uniones cumplirá los apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1916:2008.

3.19. TUBERÍAS DE HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA Y PIEZAS ESPECIALES

3.19.1. DEFINICIONES

- **Tubo de hormigón postesado con camisa de chapa** es el formado por un núcleo de hormigón que contiene una camisa cilíndrica de chapa, que le confiere estanqueidad, un alambre de acero de alta resistencia que se enrolla

helicoidalmente alrededor del núcleo, a una tensión previamente fijada, que se designa "tensión de zunchado", y una capa exterior, de espesor y naturaleza variables, cuya misión principal es la protección del alambre. El núcleo zunchado, sin el revestimiento exterior, se denomina primario.

- **Presión de diseño, DP** (Design Pressure): presión máxima de funcionamiento (en régimen permanente) de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones, pero excluyendo el golpe de ariete.
- Presión máxima de diseño, MDP (Maximum Design Pressure): presión máxima de funcionamiento de la red o la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones e incluyendo golpe de ariete; se designa MDPa, cuando se fije previamente el golpe de ariete admitido; y MDPc cuando el golpe de ariete sea calculado.
- **Presión de prueba de red, STP** (System Test Pressure): presión hidrostática aplicada a una conducción recientemente instalada de forma que se asegure su integridad y estanqueidad. La presión de prueba de la red se calcula a partir de la presión máxima de diseño (MDP).
- **Presión de prueba en fábrica, PP**: presión hidráulica aplicada, durante un periodo de tiempo relativamente breve, a un tubo con el fin de verificar su integridad, su estanqueidad y/o su concepción.
- **Presión de funcionamiento, OP** (Operating Pressure): presión interna que aparece en un instante dado en un punto determinado de la red de abastecimiento de agua.
- **Presión de servicio, SP** (Service Pressure): presión interna en el punto de conexión a la instalación del consumidor, con caudal nulo en acometida.
- **Presión de funcionamiento admisible, PFA:** presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar de forma permanente en servicio.
- **Presión máxima admisible, PMA:** presión máxima, incluido golpe de ariete, que un componente es capaz de soportar en servicio.
- **Presión de prueba en obra admisible, PEA** (Pression d'Épreuve Admisible sur Chantier/Allowable Site Test Pressure): presión hidrostática máxima que un componente recién instalado en obra es capaz de soportar, durante un periodo de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y la estanqueidad de la conducción.

El fabricante deberá tener los certificados ISO, UNE EN 9001, 14001 y 45001 de gestión, medioambiente y seguridad.

De manera general, los materiales utilizados, el procedimiento de fabricación, los cálculos constructivos, la manipulación, el transporte hasta pie de obra y las pruebas tanto en fábrica como en obra, deberán cumplir la "Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado" de septiembre de 2007 y las normas UNE-EN 639:1995, UNE-EN 641:1995 y UNE-EN 642:1995.

La empresa fabricante de la tubería deberá poseer Documento de Idoneidad Técnica (DIT) para la fabricación de tubos de hormigón armado con camisa de chapa en vigor emitido por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001, en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y cumplirá el control de calidad que se expone a continuación, así como todas las especificaciones contenidas en las normas UNE-EN 639, UNE-EN 641 y UNE-EN 642. El fabricante aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de tubería para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

SISTEMAS DE UNIÓN

Los sistemas de unión serán junta soldada o enchufe – campana mediante junta elástica, en función del diámetro nominal de la tubería y la zona de instalación o ubicación específica de la misma, según las descripciones de las unidades de obra del presupuesto y de los planos del Proyecto, extractando de éstos:

Para la tubería DN 1.600 mm, de cualquier timbraje, la unión de la tubería será enchufe – campana mediante **junta elástica doble**.

Para el caso especial de pasos debajo de las carreteras se empleará tubería de hormigón postesado con camisa de chapa con unión por sistema de junta soldada en vez de tener unión por junta elástica.

PIEZAS ESPECIALES:

Las piezas especiales tales como codos, derivaciones a ventosa, derivaciones a desagüe y entronque a válvulas deberán cumplir las especificaciones incluidas en el apartado 3.16.6.

Para el caso de la pieza especial en el enlace del tramo de tubería de abastecimiento y ramal T-0 de la red de riego, será de acero, debiendo cumplir los requisitos del apartado de este pliego referente a las Piezas especiales metálicas.

3.19.2. MATERIALES

CEMENTO

El cemento, en general, será de los tipos siguientes:

- Portland
- Resistente a los sulfatos y/o al agua de mar

En los casos en que el contenido de sulfatos, expresado en SO_4 exceda de 600 mg/l en el agua, o de 3.000 mg/kg en el terreno, habrá que recurrir a los cementos resistentes a los sulfatos, que, en el vigente Pliego Generales para la recepción de cementos, se designan como cementos SR.

Si el contenido de sulfatos expresado en SO_4 exceden de 6.000 mg/l en el agua o de 12.000 mg/kg en el terreno, es indispensable aplicar sobre el tubo una protección adicional a base de una pintura bituminosa tipo brea-epoxi con un consumo de 0,3 kg/m^2.

El cemento satisfará las condiciones exigidas en el presente Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos (RC).

Cualquier tipo de cemento que se emplee deberá tener un contenido de aluminato tricálcico (3CaO. Al2O3) del clinker inferior al 8%.

ÁRIDOS

La naturaleza de los áridos, su preparación y granulometría son tales que permiten garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón.

El árido empleado en la fabricación del hormigón de los tubos cumple las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Se comprobará asimismo el tamaño máximo del árido, de acuerdo con las consideraciones indicadas para los áridos en dicha Instrucción y las prescritas por las normas UNE-EN 641 (tubos de presión de hormigón armado con camisa de chapa), y UNE-EN 642 (tubos de hormigón postesado con camisa de chapa).

El fabricante establecerá la serie de áridos a utilizar, para hacerlos compatibles con el proceso de fabricación del hormigón con el fin de alcanzar la resistencia a compresión óptima. La resistencia a abrasión y dureza de los áridos tiene mucha importancia en los estudios de durabilidad de las tuberías de hormigón, así, por ejemplo, la utilización de áridos con alta densidad y dureza produce hormigón con gran resistencia a la abrasión.

Se prohíbe el uso de escorias siderúrgicas, así como el de aquellos áridos que contengan piritas o cualquier tipo de sulfuros.

AGUA

El agua, tanto la empleada en el amasado como en el curado del hormigón de los tubos, son las sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes, o en caso de duda, el agua deberá ser analizada, y cumplirá las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Se prohíbe el empleo de agua de mar.

En el caso de emplearse agua potable no es necesario hacer ensayos.

HORMIGONES Y MORTEROS

Se estudia la composición de los hormigones y morteros con el fin de conseguir la impermeabilidad, resistencia y durabilidad exigidas.

Los hormigones y morteros de los tubos de hormigón armado o pretensado cumplen las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

El contenido de ión cloro del hormigón, determinado por cálculo, no podrá ser superior a los valores de la siguiente tabla, expresados en % de la cantidad de cemento.

Máximo contenido de ion cloro en el hormigón	
Tipo de hormigón	**% de ion cloro sobre la masa de cemento**
Tubos de hormigón armado	< = 0,4 %
Tubos de hormigón postesado	< = 0,2 %

Se emplearán dosificaciones de cemento ajustadas a lo expuesto en las normas UNE-EN 641 y UNE-EN 642. La resistencia característica a compresión del hormigón a veintiocho días, en probeta UNE cilíndrica de 15 x 30, no deberá ser inferior a 35 N/mm^2.

Si se utiliza hormigón autocompactante para la fabricación de tubos de hormigón armado o postesado, los materiales utilizados serán los mismos que en el hormigón convencional, pudiendo incluir además aditivos superplastificantes que cumplan la Norma UNE-EN 934-2:2010+A1:2012. En su caso, este hormigón cumplirá las exigencias que para él se especifiquen en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

CHAPA DE ACERO PARA LAS CAMISAS

Pueden emplearse para la fabricación de camisas de los tubos, como mínimo, las chapas definidas como tipo S-235 JR en la norma UNE-EN 10025. La consideración en el cálculo de un límite elástico del acero superior a 210 MPa deberá justificarse debidamente. A continuación, se transcriben las características definidas en la citada norma del acero S-235 JR.

Composición química							
Designación	% C max para espesor en mm		Mn	Si	P	S	N
	≤ 16	>16 ≤40	%	%	%	%	%
S 235 JR	0,21	0,25	1,5	-	0,055	0,055	0,011

Características mecánicas				
Designación	Límite elástico mínimo N/mm^2		Resistencia a la tracción N/mm^2	
	s/espesor nominal en mm		s/espesor nominal en mm	
	≤ 16	>16 ≤40	< 3	≥3 ≤100
S 235 JR	235	225	360-510	340-470

ARMADURAS PASIVAS

El acero para armaduras cumplirá con las normas nacionales que sean trascripción de las Normas EN, cuando existan.

En la armadura principal (transversal) se utilizarán barras o alambres corrugados. En la armadura auxiliar (longitudinal) se utilizarán aceros lisos.

Los diámetros a utilizar serán 6, 8, 10, 12 mm.

ADITIVOS

Cumplirán las especificaciones de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

PINTURAS

En los casos en que la tubería se encuentre en un ambiente muy agresivo, es posible el uso de pinturas y revestimientos protectores como alternativa para resistir el ataque de ácidos o cloruros. Puesto que no es normal que una tubería se encuentre en condiciones de exposición muy agresivas, es necesaria la realización previa de un estudio económico que incluya un análisis de las condiciones de servicio de la conducción y de los factores agresivos detectados.

Asimismo, es necesario un estudio acerca de la posibilidad de reducción de la agresividad del entorno, como por ejemplo, mediante el control de la cantidad de sulfuros que circulan por la red. También se puede tratar de mejorar la durabilidad del hormigón para prevenir los efectos de agresiones concretas, como por ejemplo, ante un posible ataque de ácidos, aumentando la alcalinidad total del hormigón.

El uso de tratamientos protectores específicos de sellado de la superficie de la tubería debería limitarse a aquellos casos en los que se presente la mejor relación eficacia/coste para poder cumplir las exigencias de durabilidad.

Una primera división de este tipo de tratamientos puede hacerse atendiendo al espesor de la capa aplicada sobre el tubo. Así se distingue entre tratamientos de pequeño espesor (o pinturas), los cuales se aplican normalmente con brocha, pistola o rodillo, variando el grosor del tratamiento entre 0,25 mm y 1,2 mm y tratamientos gruesos (o recubrimientos), de espesor superior a 1,2 mm; su uso es diferente dependiendo del tipo de protector.

Si se usan pinturas es fundamental lograr una adherencia correcta y uniforme al hormigón, si se quieren conseguir buenos resultados a largo plazo. Por ello es necesaria una preparación cuidadosa de la superficie de hormigón sobre la que se desea aplicar el tratamiento. Las pinturas utilizadas van desde resinas epoxi hasta productos bituminosos como betunes y alquitranes. Los materiales bituminosos son utilizados en la mayoría de los casos como recubrimientos exteriores, a fin de sellar la tubería contra ataques producidos por cloruros.

Los revestimientos protectores de espesor grueso –superior a 1,2 mm– son bastante más caros, pero proporcionan una protección más duradera. Para este tipo de revestimiento existen dos materiales de uso común: morteros de resina epoxi y láminas de cloruro de polivinilo.

PINTURA DE CABEZALES

Los cabezales destinados a unión elástica deberán ser tratados con una pintura epoxi adecuada para contacto con alimentos que garantice la perfecta conservación de los mismos durante la vida útil de la conducción. Para ello, se someterá a la pletina de acero, previamente a la aplicación de la pintura, a un chorreo con arena hasta un grado ISO-Sa2 que garantice una adecuada preparación de la superficie.

Una vez efectuada la preparación de la superficie, es preciso tratarla con una imprimación epoxi anticorrosiva. Es muy importante la adecuada elección del producto ya que, si la imprimación pierde adherencia o falla, arrastrará a todo el sistema de pintado aplicado sobre ella por lo que deberá reunir dos requisitos

fundamentales: por una parte, adherencia que sirva de base de anclaje para las capas posteriores, y por otra, compatibilidad con las pinturas que sobre ella se apliquen.

Finalmente, se aplicará la pintura de terminación o acabado que deberá ser una pintura epoxi adecuada para contacto con alimentos sin disolvente. Se aplicará un mínimo de dos o tres capas, según sea necesario hasta alcanzar un espesor total mínimo de 120 micras. La función de estas capas es rellenar el sistema aportando espesor y al mismo tiempo, proteger contra las agresiones externas.

MATERIALES ELASTOMÉRICOS PARA JUNTAS

Cuando el caucho sea utilizado para juntas de conducciones de agua potable, no contendrá sustancias capaces de alterar las propiedades organolépticas del agua, ni sustancias tóxicas extraíbles y cumplirá la normativa vigente de materiales en contacto con agua potable.

El caucho, utilizado en las juntas de estanquidad, deberá cumplir el siguiente cuadro de características, de acuerdo con la norma UNE-EN 681-1.

Características del Caucho							
Propiedad	Unidad	Requisito para la clase					
		40	50	60	70	80	88
Dureza nominal preferida	IRDH	40	50	60	70	80	88
Margen de dureza nominal	IRDH	36 a 45	46 a 55	56 a 65	66 a 75	76 a 84	85 a 91
Requisitos generales							
Tolerancias admisibles sobre la dureza especificada	IRDH	±5	±5	±5	±5	±4	±3
Alarg. de rotura mínimo	%	400	375	300	200	125	100
Deformación remanente por compresión: después de 70 h a la temperatura normalizada de laboratorio, máximo después de 22 h a 70º, máximo	%	12 25	12 25	12 25	15 25	15 25	15 25
Envejecimiento: cambio respecto a los valores originales después de 7 días en aire a 70ºC Dureza, máximo Resistencia a la tracción, máximo Alargamiento en la rotura, máximo	IRDH % orig. % orig.	-5 a +8 -20 -30 a +10				-5 a +8 -20 -40 a +10	±5 -20 -40 a +10
Inmersión en agua: cambio de volumen después de 7 días de inmersión en agua destilada o desionizada, a 70ºC, máximo	%	0 a +8					
Relajación de esfuerzos a compresión después de 7 días a la temperatura normalizada de laboratorio, máximo.	%	16				18	

3.19.3. FABRICACIÓN

TIPOS DE FABRICACIÓN

Los tubos se fabricarán en instalaciones debidamente preparadas para poder cumplir las prescripciones exigidas en el presente pliego.

La fabricación puede hacerse por centrifugación, por compresión radial, por vertido en moldes verticales y vibración, por regla vibrante, por proyección, por empleo de hormigón autocompactable, por combinación de cualquiera de estos métodos, o por algún otro autorizado por el Director de Obra.

MOLDES

Los moldes tendrán una resistencia y rigidez suficientes para soportar, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado, y especialmente bajo las presiones del hormigón fresco o los efectos del método de compactación utilizado.

Los moldes serán suficientemente estancos para impedir pérdidas apreciables de lechada, habida cuenta del modo de compactación previsto.

Las superficies interiores de los moldes aparecerán limpias y lisas en el momento del hormigonado.

Al objeto de facilitar el desmoldeo de los tubos, se podrán usar desencofrantes, con las debidas precauciones, para evitar posibles efectos perniciosos.

El desmoldeo no deberá iniciarse hasta que el hormigón tenga la madurez suficiente para evitar daños a los tubos.

Se cuidará la correcta disposición de los moldes, tanto en la fase previa al hormigonado como durante el vertido y compactación del hormigón, para cumplir las tolerancias geométricas establecidas.

CAMISAS DE CHAPA

Las camisas de chapa, cuando se empleen en la fabricación de los tubos, tendrán un espesor mínimo de 1,5 mm, serán cilíndricas, con soldaduras transversales y longitudinales o bien helicoidales, hechas a tope o por solapo, con una resistencia a tracción mayor o igual a la de la chapa de acero. Se recomienda que el número de soldaduras de la camisa sea el menor posible.

La empresa fabricante dispondrá de soldadores homologados.

De las camisas, antes de ser colocadas en los moldes, se eliminará aceite, grasa, petróleo, o cualquier materia extraña que pueda perjudicar la adherencia con el hormigón.

Se cuidará la correcta disposición de la camisa dentro del molde, tanto en la fase previa al hormigonado como durante la colocación y compactación del hormigón, para cumplir las tolerancias geométricas establecidas.

JAULAS DE ARMADURA PASIVA

Las armaduras pasivas se dispondrán en una o más capas cilíndricas, separadas convenientemente, formadas por barras transversales, arrolladas, generalmente en forma helicoidal, sobre barras longitudinales o sobre la camisa de chapa que les sirven de soporte.

La hélice será lo más continua posible. Sus empalmes estarán soldados a tope por resistencia eléctrica o por solapo al arco eléctrico, y en cualquier caso, la soldadura resistirá tanto como las barras.

Se cuidará especialmente la elaboración de la armadura transversal, para que sus espiras tengan una separación uniforme y una continuidad en su desarrollo.

Las generatrices se sueldan a las espiras en todos sus puntos de cruce.

En caso de disponerse armaduras longitudinales adicionales, éstas podrán sujetarse por soldadura o atado en los puntos que sea necesario para garantizar su correcta disposición.

Las distancias entre las barras, así como las longitudes de anclaje y de solapo, cumplirán las prescripciones establecidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

La jaula de armadura pasiva debe incorporar un mínimo de generatrices con el fin de evitar una configuración poligonal, debiendo aumentarse su número conforme sea necesario, para que la separación entre cada dos generatrices contiguas no sobrepase los 450 mm en la parte cilíndrica de la jaula.

La distancia máxima entre dos espiras adyacentes de la armadura transversal no excederá de 1,5 veces el espesor de la pared, sin sobrepasar los 100 mm.

La distancia libre entre alambres circunferenciales, no será menor de 1,25 veces el tamaño máximo del árido, o de 12 mm, cualquiera que sea el valor mayor.

Se cuidará la correcta disposición de las armaduras, tanto en los moldes como durante el vertido y compactación del hormigón, para que el eje de cada capa de armaduras cumpla la tolerancia establecida.

HORMIGONADO

El transporte, colocación y compactación de hormigón o mortero se realizará de acuerdo con las prescripciones establecidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

Se cuidará especialmente el hormigonado en tiempo frío, en tiempo caluroso y bajo lluvia, de acuerdo con la citada Instrucción.

La colocación del hormigón o mortero se efectuará en la forma más continua posible y no se admitirán juntas de hormigonado.

En los tubos centrifugados, se regulará la duración y velocidad de la centrifugación, para conseguir una distribución uniforme del hormigón y producir una superficie interior cilíndrica, lisa y compacta.

La compactación por vibración será uniforme en todo el tubo.

CURADO DEL HORMIGÓN

Durante el fraguado, primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de su humedad, mediante las medidas adecuadas que constituirán el proceso de curado.

El curado de los tubos de hormigón armado con camisa de chapa, podrá realizarse por métodos acelerados de curado, como es el curado por calor, y en particular, el curado a vapor saturado a presión atmosférica.

Este tipo de curado se realizará colocando los tubos en cámaras, cajas u otros recintos estancos, que protejan al hormigón de las corrientes de aire y tengan un tamaño suficiente para permitir una perfecta circulación del vapor por los paramentos interior y exterior del tubo.

Cuando se utilice este procedimiento, hay que controlar adecuadamente las curvas de subida y bajada progresiva de la temperatura, con el fin de evitar que el hormigón sufra choques térmicos y desecaciones o excesivas condensaciones.

El tiempo del ciclo de curado al vapor depende de varios factores como el tamaño del tubo, la temperatura exterior y los medios de curado, prolongándose hasta que se ha alcanzado la resistencia necesaria para su manipulación.

El curado de los tubos también podrá realizarse por cualquier procedimiento que mantenga continuamente húmedas sus superficies interior y exterior, como son la inmersión, el riego directo que no produzca deslavado, o el riego indirecto, a través de un material adecuado, capaz de retener la humedad y que no contenga sustancias nocivas para el hormigón.

3.19.4. ESPESORES Y RECUBRIMIENTOS

ESPESOR Y RECUBRIMIENTO INTERIOR

Espesor mínimo teórico del revestimiento interior $t_{imín}$, incluida la camisa de chapa.

dn/di	*tmín* (mm)	*timín* (mm)
500	55	20
600	60	20
700	65	20
800	70	20
900	75	20
1.000	80	20
1.100	85	25
1.200	95	25
1.300	105	25
1.400	110	25
1.500	115	25
1.600	125	25
1.800	140	30
2.000	155	40
2.200	170	40
2.400	185	45
2.500	195	45
2.600	200	45
2.800	215	45
3.000	220	45
3.200	230	45
3.500	250	50

En la sección del enchufe macho del tubo, la forma de la boquilla puede reducir el recubrimiento respecto a esta tabla, debiendo mantenerse el diámetro interior.

RECUBRIMIENTO EXTERIOR

El recubrimiento mínimo sobre los aceros será el mayor de los dos valores siguientes:

1,25 veces el tamaño máximo del árido o:

- 15 mm para los tubos de di < 800 mm
- 20 mm para los tubos de di > 800 mm

3.19.5. TOLERANCIAS

DIÁMETRO INTERIOR DEL TUBO

di	Tolerancia media mm	Tolerancia del valor individual mm
$di \leq 500$	$\pm \frac{20 d_i}{1000}$	$\pm \frac{40 d_i}{1000}$
$500 < di < 1200$	$\pm\left(6 + \frac{5 d_i}{1000}\right)$	$\pm\left(12 + \frac{d_i}{100}\right)$
$di \geq 1200$	± 12	± 24

ESPESOR DE LA PARED DEL TUBO

El espesor de pared no será inferior al espesor teórico disminuido en el mayor de los valores siguientes: 5% del valor teórico, o 5 mm. El fabricante establecerá el espesor de pared para cada tipo de diseño dado.

OVALIZACIÓN DEL TUBO EN LA ZONA DE JUNTA

Las dimensiones de la unión (extremos de tubos) cumplirán las especificaciones de diseño y tolerancias que deberán figurar en la documentación técnica del fabricante, y permitirán satisfacer los requisitos relativos a la estanquidad de la unión.

Para juntas elásticas la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo no debe exceder del valor mayor de:

- 0,5 % del diámetro nominal
- 5 mm

El desarrollo de la circunferencia de la superficie interior de la boquilla hembra, no excederá del desarrollo de la circunferencia exterior de la boquilla macho, en más de:

- 5 mm para las juntas de estanquidad cuyo diámetro (o el lado menor del rectángulo circunscrito) es inferior a 17 mm
- 6,5 mm para las juntas de estanquidad cuyo diámetro (o el lado menor del rectángulo circunscrito) es igual o superior a 17 mm

Para junta soldada las tolerancias sobre los desarrollos de las boquillas terminadas se indican en la tabla siguiente:

Tolerancias sobre las longitudes desarrolladas en mm		
Todos los diámetros	Boquilla hembra	Boquilla macho
	8,5 -1,5	1,5 -8,5

Las tolerancias de ovalización de la superficie interior de la boquilla hembra y la superficie exterior de las boquillas macho, son las indicadas en la tabla siguiente:

Tolerancias respecto al diámetro nominal de la boquilla en mm para junta soldada		
di	Boquilla hembra	Boquilla macho
≤ 1500	+7 -3	+3 -7
> 1500	+10 -5	+5 -10

DIMENSIONES DE LA CAMISA DE CHAPA Y DE LA JAULA DE ARMADURAS

En la camisa de chapa se medirá el perímetro externo. La diferencia de desarrollo respecto a la teórica no será superior a ± 10 mm.

En las jaulas de armadura la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo de armadura no debe ser superior a 10 mm para tubos de diámetro nominal menor o igual a 1000 mm y al 1% del diámetro nominal en diámetros superiores.

El diámetro medio de las jaulas no se diferenciará del teórico en más de 5 mm para tubos de diámetro nominal menor o igual a 1000 mm y el ± 5% del espesor nominal en los diámetros mayores.

LONGITUD

Se seguirán los criterios siguientes:

- La longitud teórica interior del cuerpo cilíndrico, es especificada por el fabricante y está sujeta a una tolerancia de ±10 mm para los elementos rectos y de ±20 mm para los otros elementos.
- La longitud útil teórica especificada por el fabricante, es igual a la longitud teórica interior del cuerpo cilíndrico incrementada en la holgura de junta existente entre el extremo macho y el fondo de la hembra. La holgura de junta debe tener una tolerancia (±) especificada por el fabricante para el caso de tendido recto y para el caso de deflexión angular.

La relación entre la longitud útil teórica y el di expresado en mm, de un tubo no excederá de 21.

JUNTAS DE MOLDES

La tolerancia para las juntas de moldes será tal que el resalto que origine en el paramento de hormigón del tubo no exceda de 5 mm. Si se sobrepasa este valor máximo, deberá repasarse la junta, especialmente en el caso de núcleos de tubos de hormigón postesado, para lograr la aplicación directa del alambre de pretensar, en toda su longitud, sobre la superficie exterior del hormigón del núcleo.

ALAMBRES DE PRETENSAR Y DE ARMAR

Los aceros de pretensar cumplirán las especificaciones de la Norma UNE 36094 relativas a masa y sección transversal recta.

Los aceros de armado cumplirán las especificaciones de las Normas UNE 36065, UNE 36068, UNE 36099, o normas equivalentes que las sustituyan en el futuro, relativas a masa, sección transversal, separación y altura de corrugas.

TENSIÓN DE ZUNCHADO

La tensión media será al menos igual a la tensión de cálculo. Las fluctuaciones normales de tensión, no variarán con relación a la media en más del 10%, y no más del 5% de las espiras podrán tener fluctuaciones instantáneas que excedan de la desviación permitida del 10%.

RECTITUD DE GENERATRICES:

Las generatrices interiores de los tubos no presentarán una desviación superior al mayor de los valores siguientes:

- 0,5% de la longitud interna del tubo
- 5,0 mm

ORTOGONALIDAD DE EXTREMOS

El descuadre máximo admisible en los extremos de los tubos será de 0,02 di, con un mínimo de 10 mm pero sin superar en ningún caso los 20 mm.

3.19.6. CALCULO MECÁNICO DE LA TUBERÍA

Las acciones básicas que deben considerarse en los tubos de hormigón armado, dado el tipo de elemento estructural que es el tubo, y su forma de fabricación y colocación, son las acciones directas, a las que hay que añadir las acciones debidas al proceso de fabricación, cuando se trate de tubos de este tipo o de compresión longitudinal cuando sean tubos para hincar. Las acciones indirectas, con una cuidadosa fabricación y colocación de los tubos, son muy secundarias frente a las

anteriores, y normalmente no se consideran en el cálculo (salvo las acciones reológicas).

Las acciones directas que deben tenerse en cuenta en función del tipo de tubo y del método de dimensionamiento, son las siguientes:

- Peso propio
- Carga de fluido
- Cargas verticales del relleno
- Cargas concentradas
- Cargas uniformemente distribuidas en superficie
- Empuje lateral
- Presión de diseño (DP)
- Presión máxima de diseño (MDP)
- Presión de prueba de red (STP)
- Presión de prueba en fábrica (PP)
- Toda fuerza resultante de la instalación o de sus consecuencias, incluyendo el caso de los tubos sobre soportes aislados
- Acciones debidas a temperaturas
- Efecto de empujes

En la determinación de las cargas verticales del relleno se diferencia entre la tubería situada en zanja, en zanja terraplenada o en terraplén. Un tubo está instalado en zanja cuando la cota de la generatriz superior del tubo esté situada por debajo de la rasante del terreno natural. Un tubo está instalado en zanja terraplenada cuando sobre la zanja que hay que rellenar se efectúa un terraplén. Un tubo está instalado en terraplén según que la cota de la generatriz superior del tubo este situada por encima de la rasante del terreno natural.

Para el cálculo de las cargas verticales que producen los rellenos, se sigue la teoría de Marston. Este método considera la compactación del relleno lateral, el peso del relleno, y las fuerzas de rozamiento que se originan en el mismo, y que producen aumento o disminución del peso del relleno que gravita directamente sobre el tubo, en función del tipo de colocación.

Las cargas concentradas se aplican con los coeficientes de impacto correspondientes.

El empuje lateral será de tipo activo.

Las reacciones de apoyo serán de tipo radial, uniformes, en el caso de cama granular, y triangulares, con valor nulo en la sección de base, en el caso de cama de hormigón.

Como esquema estructural, se asimila la sección transversal del tubo a un arco elástico. Se considera media sección transversal del tubo, supuesta empotrada en la base y con empotramiento deslizante en la clave.

Los esfuerzos transversales producidos por cada una de las acciones que actúan sobre el tubo, se obtienen por superposición de dos estados: el de esa acción y el de su reacción sobre el apoyo.

El apoyo de la tubería sobre cama granular o de hormigón se supone continuo en sentido longitudinal y transversal.

La presión interna produce un esfuerzo axil de tracción. Para el cálculo de dicho esfuerzo, se admite, como simplificación, utilizar la expresión correspondiente a los tubos de pared delgada.

El dimensionamiento transversal de los tubos de hormigón armado con camisa de chapa se indica a continuación:

Los tubos serán calculados para soportar los esfuerzos de tracción y de flexión que resulten de cada una de las condiciones siguientes:

- una combinación de la presión máxima de diseño (MDP) y de las cargas fijas
- una combinación de la presión de diseño (DP) y de las cargas fijas y móviles
- presión de prueba en fábrica (PP)
- una combinación de la presión de prueba de red (STP) y cargas fijas
- correspondientes a 1 metro de tierra sobre clave
- una combinación de cargas fijas y móviles sin presión

Los estados límites de rotura y fisuración controlada se comprueban en las secciones de base, riñones y clave, de acuerdo con sus respectivas solicitaciones.

Se adoptan como cuantías de chapa y de armadura transversal los valores máximos obtenidos para el interior y el exterior de las mencionadas secciones, respectivamente. Las armaduras se calculan por el método simplificado del momento tope.

Con el fin de estar en buenas condiciones respecto al estado límite de fisuración controlada, se limita:

- La tensión en el acero, no excederá de los dos tercios del límite elástico más bajo de los aceros empleados en el diseño.
- Los diámetros de las armaduras, los espesores de chapa y las cuantías.

3.19.7. PIEZAS ESPECIALES

Las piezas especiales tales como codos, derivaciones a ventosa, derivaciones a desagüe y entronque a válvulas deberán cumplir las especificaciones incluidas a continuación:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Deberán de ser piezas fabricadas a base de una camisa de chapa revestida interior y exteriormente por sendas capas de características similares a las de la propia tubería.

- Chapa: según UNE EN 10025
- Acero corrugado: B-500 S ó B-500 SD
- Alambre liso: carga de rotura ≥18.000 kg/cm²
- Resistencia Característica Hormigón: > 35 MPa

Las derivaciones a ventosa serán utilizadas como entrada de hombre para mantenimiento de la tubería con una dimensión de 800 mm. El carrete acero soldado en la derivación será de acero ST37 (S-235JR) de 8 mm de espesor con revestido interior y exterior de epoxy 200 micras.

FABRICACIÓN

Las uniones soldadas, han de ser efectuada por soldadores homologados con certificación vigente, de acuerdo con el espesor de chapa, tipo de electrodo y posición de soldeo.

La estanquidad de las soldaduras se comprobará mediante líquidos penetrantes. Se comprobarán el 100 % de las soldaduras.

CONTROL DE CALIDAD

- Se hará entrega de un albarán con la identificación de la/s pieza/s del plano con cada pieza.
- Relación de soldadores, con copia del Certificado de homologación.
- Certificados de calidad de los materiales empleados:

  Chapa:

  - Certificado de calidad de los análisis químicos
  - Resultados de los ensayos mecánicos según UNE EN 10025

  Material de soldadura:

  - Certificado de ensayos, con los análisis químicos, características mecánicas, nº de lote y de fabricación.

Acero corrugado y mallas para armaduras:

- Documentación correspondiente al Marcado CE de los productos de construcción s/ RD 1630/1992 de 29-dic.
- Certificados de ensayos por colada

Áridos:

- Certificado de conformidad CE emitido por organismo acreditado
- Declaración de conformidad CE emitido por el fabricante

Cemento:

- Certificado de AENOR del producto
- Certificado de evaluación estadística de la producción

Con cada pieza:

- Resistencia a 7 días del hormigón
- Resistencia característica del hormigón

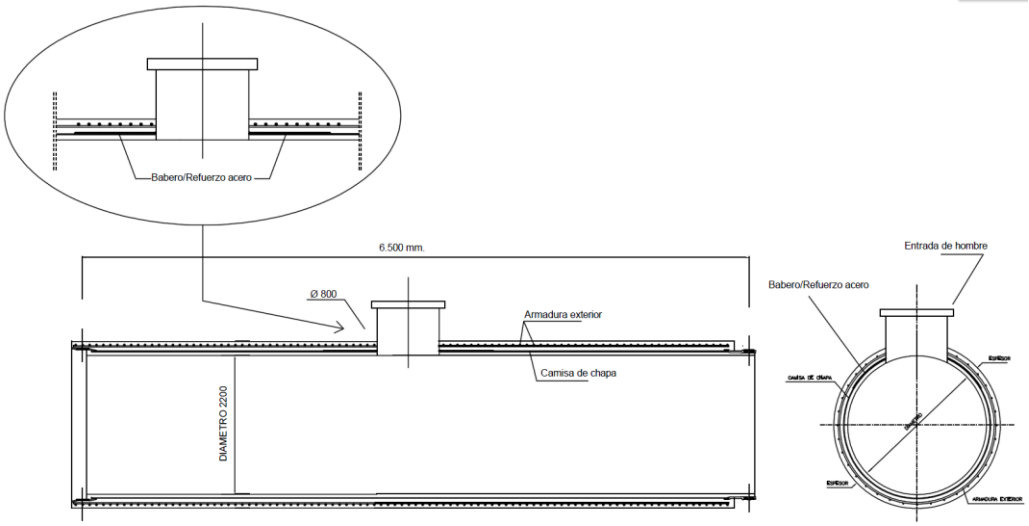
Con cada pieza:

- Certificados de sistema de gestión de calidad ISO 9001 del proveedor de piezas
- Certificados de sistema de gestión de calidad ISO 9001 de los suministradores de materiales (si se dispone): cementos, áridos, chapa, acero corrugado para armaduras, material de soldadura
- Trazabilidad de la chapa, y aceros corrugados con las piezas fabricadas con estos materiales

Con cada pieza:

- Resultados de los PPI y PE especificados en el apartado de Fabricación Máximo 15 días después del suministro de la pieza

Detalle de salida de ventosa de 800 mm (entrada de hombre):



3.19.8. CONTROL DE MATERIALES

En esta Instrucción se establece con carácter preceptivo el control de la calidad de los materiales componentes del hormigón, del propio hormigón y de los aceros, tanto de la chapa como de la armadura pasiva y de la armadura activa, así como del material empleado en las juntas. El fin del control es verificar las características de calidad de los diferentes materiales que intervienen en la fabricación del tubo y en sus juntas.

CEMENTO

La periodicidad de los ensayos será la siguiente:

a) Al comenzar el hormigonado de una serie de tubos, que no presente la debida continuidad con otra anterior, bien sea por:

- Comienzo de la fabricación
- Cambio del suministrador del cemento o de las condiciones de suministro
- Cambio del tipo, clase o categoría del cemento

b) Durante la fabricación:

- Bimensualmente, si se consumen menos de 1.000 t por mes
- Mensualmente, si se consumen más de 1.000 t por mes

La toma de muestras se realizará según se indica en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

Si el cemento empleado en la fabricación del hormigón de los tubos está en posesión del marcado CE y de un distintivo de calidad de carácter voluntario oficialmente reconocido, está exento de realizar los ensayos para la recepción.

Si solamente tuviera el marcado CE se realizarán trimestralmente ensayos de identificación:

- Resistencias mecánicas a 2 y 28 días.
- Determinación de pérdida por calcinación.
- Determinación de componentes (del clínker).

De acuerdo con la RC-16, por cada lote de cemento suministrado se conserva una muestra preventiva de cemento al menos durante 100 días.

En caso de no disponer del sello de calidad, en los ensayos se determinarán, los valores de pérdida de calcinación, residuo insoluble, contenido de sulfatos, contenido de cloruros, principio y fin de fraguado, estabilidad de volumen, resistencia a compresión; y sus resultados satisfarán los límites fijados para el tipo, clase y categoría del cemento ensayado, en la citada Instrucción para la recepción de cementos vigente. Si el cemento dispone del sello de calidad será suficiente con el Certificado de Ensayos emitido por el fabricante proveedor.

Si algún resultado de los ensayos efectuados, una vez confirmado por el oportuno contra ensayo, no cumple la especificación correspondiente, ello será motivo suficiente para el rechazo de la partida de cemento. Si este cemento se hubiese empleado en la fabricación de algún tubo, se deberá comprobar la idoneidad del mismo.

AGUA

Se cumplirá lo establecido en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

ÁRIDOS

La periodicidad en los ensayos será la siguiente:

a) Al comenzar el hormigonado de una serie de tubos, que no presente la debida continuidad con otra anterior, bien sea por:

- Comienzo de la fabricación, si no se poseen antecedentes.
- Cambio de la procedencia de los áridos, si no se poseen antecedentes.
- Sospecha de variación en sus características.

b) Durante la fabricación:

- Semestralmente; si bien mensualmente se comprobarán las granulometrías, los finos y el equivalente de arena.

En los ensayos se determinarán los valores de las características exigidas; y sus resultados cumplirán los límites que se fijan en la Instrucción de Hormigón Estructural.

Si algún resultado, una vez confirmado por el oportuno contra ensayo, no cumple la especificación correspondiente, ello será motivo suficiente para el rechazo del árido. Si este árido se hubiese empleado en la fabricación de algún tubo, se deberá comprobar la idoneidad del mismo.

ADITIVOS

Se exigirán a las casas suministradoras certificados de control de calidad relativos a las características que deban cumplir. Durante la fabricación se comprobará que se mantienen sus características, las cuales cumplirán las especificaciones fijadas para ellas en la Instrucción de Hormigón Estructural.

Si no cumplen alguna especificación, una vez confirmado este extremo mediante los oportunos ensayos y contra ensayos, ello será motivo suficiente para el rechazo del aditivo. Si este aditivo se hubiese empleado en la fabricación de algún tubo, se deberá comprobar la idoneidad del mismo.

CONTROL DEL HORMIGÓN

Resistencia a compresión a 28 días de al menos tres probetas, cilíndricas o cúbicas diarias.

CONTROL DE LA ARMADURA PASIVA Y ACTIVA

El control de las partidas de acero se regulará de acuerdo con la vigente Instrucción de Hormigón Estructural. El nivel de control será normal.

Se recomienda utilizar acero con distintivo de Conformidad, AENOR o cualquier otro sello de calidad homologado en un país miembro de la UE que tenga un nivel de seguridad equivalente.

CONTROL DE LA CHAPA DE ACERO

Se exigirá de las casas suministradoras los certificados de control de calidad, relativos a las características que deben cumplir.

Se recomienda utilizar acero con distintivo de Conformidad, AENOR o cualquier otro sello de calidad homologado en un país miembro de la UE que tenga un nivel de seguridad equivalente.

Se procederá, al comienzo de la fabricación, y por cada lote de 50 t, a la realización de los ensayos necesarios para comprobar las características exigidas.

3.19.9. CONTROL DE LA FABRICACIÓN

Es preceptivo el control de calidad de la fabricación de los tubos. El fin del control es verificar las características de calidad durante las diferentes fases de la fabricación. El control será el definido como intenso en la Instrucción de Hormigón Estructural. Para el control de las diferentes fases se establecerán las correspondientes marcas de identificación en los elementos constitutivos del tubo, a medida que superen los controles que se indican en los restantes artículos de este capítulo.

CONTROL DE LAS CAMISAS DE CHAPA

Los controles que se efectúan son los siguientes:

- Comprobación del espesor de la chapa de la camisa y de las boquillas.
- Comprobación del diámetro y longitud de la camisa.
- Prueba de presión interior, mediante la introducción de una presión que produzca en la chapa una tensión igual al valor máximo supuesto en el cálculo. Cuando, por el elevado espesor de la chapa, no sea posible alcanzar estas presiones, el ensayo puede realizarse a la máxima presión que pueda dar el equipo de prueba que, como mínimo, debe ser la que produciría una tensión igual a la de cálculo en una chapa de 3,5 mm. Esta presión se mantendrá el tiempo suficiente para comprobar todas las soldaduras. Los eventuales poros serán reparados y la camisa se probará nuevamente hasta que no se observe ninguna fuga. No se permitirá el calafateo.
- Prueba mediante productos detectores de poros.

Como alternativa a la prueba de presión interior en piezas especiales y tubos excepcionalmente grandes podrán emplearse detectores de poros.

Las soldaduras de todos los elementos deben ser sometidas a alguna de estas dos últimas pruebas, o alguna otra equivalente, que proponga el fabricante. Queda proscrito el empleo para estos fines de gasoil u otros productos grasos que perjudiquen la adherencia del hormigón.

CONTROL DE LAS JAULAS DE ARMADURAS PASIVAS

Los controles que deberán efectuarse serán los siguientes:

- Comprobación del diámetro de las espiras y generatrices, así como de su separación.
- Comprobación del diámetro y longitud de la jaula.

- Comprobación de la indeformabilidad de la jaula. En las soldaduras no existirán dos puntos contiguos libres, bien sea sobre espira o sobre generatriz; y se comprobará que no hay en las soldaduras pérdidas de material que disminuyan el diámetro de las espiras.

CONTROL DEL HORMIGONADO

Durante el hormigonado se controlará el transporte, colocación y compactación del hormigón, así como el hormigonado en tiempo frío, caluroso o bajo lluvia, para asegurarse de que se podrán alcanzar las resistencias fijadas en Proyecto.

Se controlarán las operaciones de desencofrado y curado de los tubos.

También se comprobará la geometría del tubo, para asegurarse de que su diámetro interior, espesor, ovalización en zonas de junta, excentricidades de camisa y/o de armaduras, longitud y las juntas de los moldes, cumplen las prescripciones fijadas, con las tolerancias establecidas.

Se controlará que se toman las medidas adecuadas para evitar que, tanto los tubos como los núcleos, sufran daños durante el período de acopio.

CONTROL DE ACABADO

Se revisará el aspecto del tubo, debiendo ser reparadas todas aquellas fisuras de anchura superior a 0,30 mm.

<u>Pruebas de estanqueidad de los tubos en fábrica</u>

Uno de cada 250 tubos será sometido a una prueba de presión hidráulica. Si el tubo no supera la prueba, se probarán otros dos del mismo lote de los 250. Si ambos tubos responden positivamente a la prueba, el lote será aceptado. Si uno de los dos tubos da resultado negativo, el lote será rechazado, o bien cada uno de los tubos del lote será probado para su aceptación individual. La prueba individualizada podrá efectuarse para la presión previamente determinada o bien para otra menor, fijada por el fabricante, en cuyo caso, de ser positivo el ensayo, el tubo quedará sancionado para ésta nueva presión.

La presión de prueba a aplicar debe ser tal, que la tensión en la pared del tubo sea de -0,5 MPa, teniendo en cuenta las pérdidas de postesado en el momento de realizar la prueba.

La presión de prueba se mantendrá un tiempo mínimo de 3 minutos. Durante el ensayo no se producirán fugas ni fisuración. No deberán aparecer en el revestimiento fisuras sensiblemente longitudinales de abertura superior a 0,1 mm en una longitud de 0,30 m ininterrumpidamente.

Ensayo de permeabilidad tubos de hormigón postesado con camisa de chapa

Se ensayará un tubo de cada 100 fabricados. Si el tubo resulta defectuoso, se ensayarán otros dos del lote. Si el ensayo de los dos nuevos tubos es satisfactorio, el lote será aceptado. Si uno o los dos son defectuosos, el lote será rechazado, o bien se ensayarán todos los tubos del lote aceptándose o no individualmente según el resultado.

Se efectuará y los criterios de aceptación serán según el anejo 2 de la Instrucción del Instituto Eduardo Torroja.

3.19.10. TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN

TRANSPORTE

El transporte desde la fábrica a la obra no se iniciará hasta que haya finalizado el período de curado.

Los tubos se transportan sobre unas cunas de madera que garantizan la inmovilidad transversal y longitudinal de la carga, así como la adecuada sujeción de los tubos apilados, que no estarán directamente en contacto entre sí, sino a través de elementos elásticos, como madera, gomas o sogas.

Los tubos se descargarán cerca del lugar donde deban ser colocados en la zanja y de forma que puedan trasladarse con facilidad al lugar en que hayan de instalarse. Se evitará que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

Cuando la zanja no esté abierta en el momento de la descarga, se procurará acopiar los tubos en el lado opuesto a aquel en que se vayan a depositar los productos de la excavación.

El acopio de los tubos en obra se hará en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera, salvo que se disponga de alguna solera rígida que garantice el acopio vertical en las debidas condiciones de seguridad.

Durante su permanencia en la obra, antes del tapado de las zanjas, los tubos deberán quedar protegidos de acciones o elementos que puedan dañarles.

Igualmente se evitará que estén expuestos durante largo tiempo a condiciones atmosféricas en que puedan sufrir secados excesivos o calores o frío intensos. Si esto no fuera posible, se tomarán las precauciones oportunas para evitar efectos perjudiciales.

ZANJAS PARA ALOJAMIENTO DE TUBERÍAS

Las tuberías habitualmente van alojadas en zanjas, cuya profundidad, anchura y taludes deben ser bien definidos.

La profundidad mínima de las zanjas se determinará de forma que las tuberías queden protegidas de los efectos del tránsito y cargas exteriores, así como preservadas de las variaciones de temperatura del medio ambiente. Salvo que se adopten precauciones especiales tales como losas de reparto de cargas, tubos embebidos en hormigón, etc., el recubrimiento mínimo de los tubos será de 1 m.

La profundidad de la zanja será tal que en todo caso la tubería quede tendida por debajo de la zona de heladas.

La anchura de la zanja será la necesaria para que los operarios trabajen en buenas condiciones. Como norma general, se dejará un espacio mínimo de 0,45 m a cada lado del tubo, medido entre la intersección del talud con la solera y la proyección sobre éste del riñón del tubo, con el fin de facilitar tanto el montaje como de permitir una correcta compactación del relleno.

Cuando la profundidad de la zanja o la pendiente de la solera sean importantes, deberá preverse un posible sobreancho en la zanja, para poder satisfacer las exigencias de montaje con medios auxiliares especiales, como pórticos o carretones.

MONTAJE DE TUBOS

El fondo de la zanja se compactará y nivelará adecuadamente, si la naturaleza del terreno no es apropiada para el apoyo de la tubería se excavará en exceso y se rellenará con material seleccionado. Cuando el material sea rocoso podrá prepararse el fondo de la zanja con una solera de hormigón de limpieza, debidamente nivelada, o con una capa de material granular de suficiente espesor.

El tipo de apoyo influye enormemente en los esfuerzos que soportará el tubo y por tanto debe ser tenido encuentra en la fase de diseño.

El apoyo, sea del tipo que sea, debe adaptarse perfectamente al tubo, para que realmente reparta las fuerzas de reacción. En el caso de apoyos granulares, basta con no compactarlos excesivamente para que el propio peso del tubo consiga una adaptación correcta.

En caso de apoyos de hormigón continuo, el tubo se nivela mediante apoyos provisionales de madera y posteriormente se rellena de hormigón la zona de cuna prevista en el proyecto.

Los tubos no se apoyarán directamente sobre la rasante de la zanja, sino sobre camas.

Se consideran dos tipos: cama granular y cama de hormigón, para cuya elección se atenderá a dos consideraciones fundamentales: tipo de junta y características del terreno:

a. En terrenos de gran resistencia, tales como los rocosos, cualquiera que sea el tipo de junta, puede disponerse cama de grava, gravilla o arena con un espesor medio que oscile entre los quince y los treinta centímetros, en función del diámetro del tubo.
b. En terrenos de tipo granular, cualquiera que sea el tipo de junta, puede usarse como cama el propio fondo de la zanja bien escarificado o escarificado o el terreno de la excavación debidamente seleccionado.
c. En terrenos normales, puede adoptarse cama granular para los tubos de junta elástica y cama de hormigón para los tubos de junta rígida.
d. Los terrenos malos, como los deslizantes, los constituidos por arcillas expansivas con humedad variable, los de previsible desaparición por estar en márgenes de ríos, y otros análogos, se tratarán con disposiciones adecuadas a cada caso, si bien el criterio general deberá ser evitarlos.

Para la ejecución de la **cama con material granular**, ésta deberá de tener un **tamaño comprendido entre 6 y 12 mm** y su contenido en finos será inferior al 2% en peso.

Para la ejecución de la cama de hormigón de extenderá una solera de hormigón pobre, de 0,10 a 0,15 m de espesor, según los diámetros de los tubos, sobre el fondo de la zanja, y sobre esta solera se situarán los tubos, convenientemente calzados, de forma que la distancia entre su generatriz inferior y la solera sea al menos de 0,15 m.

Posteriormente, sobre la solera antes citada, se extenderá un hormigón en masa cuya resistencia de Proyecto no sea inferior a 10 MPa, hasta alcanzar el ángulo de la cama de apoyo que se fije en Proyecto, que normalmente será de 120°. Las camas se interrumpirán en un espacio de 0,60 m, como mínimo, centrado con las juntas, para hacer posible la ejecución de éstas. Los tubos se bajarán al fondo de la zanja con los elementos adecuados, según el peso y longitud del tubo. Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua.

El montaje se realizará por personal especializado. Una vez preparada la zanja y apoyo donde va a ir alojado el tubo, éste se baja al fondo de la zanja con los medios adecuados al diámetro, peso y longitud de la tubería, evitando que reciba golpes durante el descenso.

Se prohíbe la suspensión de los tubos por un extremo y la descarga por lanzamiento. Se deberá prestar atención a la realización del apoyo o base del tubo, para evitar problemas a largo plazo.

El enchufe de los tubos debe hacerse con medios que no dañen las boquillas. Deben respetarse siempre las tolerancias de enchufe y ángulo de deflexión admisible facilitado por el fabricante, debiendo además comprobarse la limpieza de las boquillas. Además el enchufe de los tubos debe hacerse siempre "recto" y, si fuera necesario, girar posteriormente el tubo para conseguir el ángulo de deflexión. Para un enchufe correcto, se debe asegurar una buena alineación de los tubos según su eje, tanto en sentido horizontal como en vertical. En los tubos de gran diámetro se consigue generalmente con la ayuda de trácteles que aproximan la boquilla macho a la boquilla hembra.

La goma de la junta ha de colocarse adecuadamente, igualando las tensiones en la goma, una vez colocada ésta y antes de enchufar el tubo. Una tensión desigual de la goma puede hacer que quede pillada y provocar fugas en el futuro.

Se alinearán las dos boquillas de los tubos a enchufar. Antes de proceder a su enchufe se deberá comprobar que la goma está en contacto con el interior de la boca hembra en todo la circunferencia de su alojamiento. Hay que asegurarse que los tubos están alineados correctamente; una alineación incorrecta puede desalojar la goma causando fugas.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua mediante los correspondientes desagües en la zona de excavación, y si fuera necesario se agotará el agua con bomba, tanto si la junta es soldada como si es elástica.

Cuando las pendientes de la zanja sean superiores al 10%, la tubería se colocará en sentido ascendente, y se tomarán las debidas precauciones para evitar el deslizamiento de los tubos. Si se precisase reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera colocación.

Cuando se interrumpa la colocación de la tubería se taponarán los extremos libres, para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños, y al reanudar el trabajo se examinará con todo cuidado el interior de la tubería, por si pudiera haberse introducido algún cuerpo extraño en la misma.

Cuando pueda producirse la flotación de algún tramo de la conducción, como podría suceder en el caso de que los tubos montados tengan ya sus juntas estancas y esté la zanja abierta y en vaguada, sin desagües por sus puntos bajos, se tomarán las medidas necesarias para evitar la posible flotación.

JUNTAS

Las juntas son elementos de unión entre distintos módulos cuyo fin es dar continuidad al sistema. Las juntas se utilizan para la unión de tubos con tubos o piezas.

Entre la pieza y el tubo pueden existir asientos diferenciales debido a diferentes tipos de lecho, cargas verticales, etc. Si el tubo está rígidamente unido a la pieza, esos asientos diferenciales pueden producir tensiones y fisuraciones transversales en el tubo. En estos casos debe crearse una zona de transición a ambos lados del punto con asiento menor, para ello se dispondrá una cama degradada de hormigón, con espesor variable desde cero cm (0 cm) hasta 25 a 30 cm dependiendo del diámetro del tubo, y longitud correspondiente a al menos un (1) tubo.

JUNTAS RÍGIDAS

En las juntas soldadas, en alineación recta de los tubos, el solape de las boquillas no será inferior a 50 mm. En alineaciones curvas se podrá formar un ángulo en la junta, que depende del diámetro del tubo, y de la holgura entre los elementos que forman la misma. Esta holgura será, como mínimo, la necesaria para permitir un enchufe normal de los tubos y, como máximo, la que permita una correcta soldadura sin necesidad de añadir elementos suplementarios para el cierre de la junta.

Las juntas no se soldarán hasta que haya un número suficiente de tubos colocados por delante, para permitir su correcta colocación en alineación y rasante.

En los tubos de diámetro inferior a 800 mm, la soldadura se podrá efectuar por la parte exterior de la junta. En tubos de diámetro igual o superior a 800 mm, la soldadura se efectuará por la parte interior o por la exterior, pero nunca por ambas.

La soldadura se efectuará de forma que no quede ningún poro, para conseguir una completa estanquidad.

Se soldará un tubo de cada dos; los tubos dejados sin soldar se soldarán una vez transcurridas 24 horas.

Terminada la operación de soldadura de las juntas, se ejecutarán los manguitos interiores y exteriores.

El relleno de la junta soldada se ejecutará mediante encofrados flexibles, adecuadamente flejados. Se puede utilizar un mortero especial antiretracción, pero bastaría un mortero rico en cemento.

Dosificación Manguito interior

Cemento: 350 kg/m³

Arena 1-4: 1800 kg/m³

Agua aditivo: 130 l/m³ de agua y 65 l/m³ de Sika-latex o similar

El interior se hará con albañiles y llana, en dos capas.

Dosificación Manguito exterior

Ídem dosificación anterior salvo cemento: 300 kg/m³

El exterior se recomienda hacer con mortero más fluido para que se introduzca bien en el encofrado.

RELLENO DE ZANJAS

La zanja ha de rellenarse y compactarse lo antes posible, una vez concluido el montaje y las pruebas correspondientes, en su caso.

Antes de iniciarse el relleno deberá comprobarse que los tubos apoyan uniformemente en la cama de árido sin que existan huecos, y que están correctamente nivelados, efectuándose las correcciones que fuesen necesarias.

Hasta los riñones del tubo (90º) se rellenará con material granular de tamaño comprendido entre 6 y 12 mm y su contenido en finos será inferior al 2% en peso.

El siguiente material de relleno empleado desde los riñones de la tubería hasta el nivel del terreno desbrozado deberá tener las características contempladas en el cálculo del tubo, y será adecuado, compactable y no contendrá grandes piedras, guijarros, material helado u otro material desaconsejable como tierra vegetal, madera, escombros, etcétera.

Los rellenos de las zanjas con recubrimientos sobre la tubería mayores a 3 metros se deben ejecutar de forma compensada para evitar desplazamiento de los tubos, en tongadas de 25 cm como máximo, debiendo compactarse con medios ligeros, generalmente pisones o ranas, hasta alcanzar la mitad de la altura del tubo.

El grado de compactación obtenido, al menos, del 95 por 100 de Proctor Normal deberá estar el contemplado en el cálculo del tubo.

El material de relleno no deberá ser lanzado directamente sobre el tubo, para evitar desplazamientos o daños.

COMPACTACIÓN

Las cargas de compactación se evaluarán teniendo en cuenta el tipo de compactador, la profundidad y el tipo de estado del relleno.

Los efectos de este tipo de cargas, sobre el tubo, pueden calcularse suponiendo una carga uniformemente distribuida en superficie.

En el proceso de compactación, en especial en el caso de terraplén, habrán de tomarse las adecuadas precauciones para impedir que los tubos queden sometidos a mayores cargas que las de proyecto por un inadecuado proceso de compactación,

que habrá de realizarse tomando en consideración la posición de la tubería y el grado de ejecución y de compactación de la zanja en la que aquella se ubica.

Para cargas de tierras superiores a tres metros sobre la generatriz superior de la tubería se realizará un relleno de las zanjas con compactación por tongadas sucesivas, muy especialmente en las zonas contiguas a los tubos. Las tongadas, hasta la mitad de la altura del tubo, se rellenarán con suelo máximo de 50 mm y con un grado de compactación, al menos, del 95 por 100 de Proctor Normal. Las restantes tongadas podrán contener material más grueso; pero se recomienda no emplear elementos de dimensiones superiores a 0,20 m en el primer metro.

El procedimiento empleado para terraplenar zanjas y consolidar rellenos, no producirá movimientos ni daños en las tuberías. Las zanjas no se rellenarán con material helado.

Cuando existan fuertes pendientes de terreno, longitudinales o transversales, deberán preverse en Proyecto los dispositivos especiales que faciliten el tapado de la tubería.

3.19.11. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE LOS TUBOS EN FÁBRICA

FRECUENCIA DEL ENSAYO

Uno de cada 250 tubos será sometido a una prueba de presión hidráulica. Si el tubo no supera la prueba, se probarán otros dos del mismo lote de los 250. Si ambos tubos responden positivamente a la prueba, el lote será aceptado. Si uno de los dos tubos da resultado negativo, el lote será rechazado, o bien cada uno de los tubos del lote será probado para su aceptación individual. La prueba individualizada podrá efectuarse para la presión previamente determinada o bien para otra menor, fijada por el fabricante, en cuyo caso, de ser positivo el ensayo, el tubo quedará sancionado para ésta nueva presión.

Presión de Prueba en Fábrica (PP)

La presión de prueba será:

Para tubos de diámetro nominal menor o igual de 1.200 mm el mayor de los dos valores siguientes:

- La presión máxima de diseño (MDP) más 0,2 MPa.
- 1,2 veces la presión máxima de diseño (MDP).

Para tubos de diámetro nominal mayor de 1.200 mm el mayor de los dos valores siguientes:

- La presión máxima de diseño (MDP) más 0,1 MPa.
- 1,2 veces la presión máxima de diseño (MDP).

La presión se mantendrá al menos 5 minutos. Durante el ensayo el tubo debe permanecer estanco y no presentar ninguna fuga. No deberán aparecer en la superficie exterior del tubo fisuras sensiblemente longitudinales de abertura superior a 0,5 mm en una longitud de 0,30 m ininterrumpidamente.

3.19.12. ENSAYOS DE LAS CONDUCCIONES EN OBRA

ESPECIFICACIONES GENERALES

Toda conducción tras haberse instalado, debe someterse a una prueba de presión con agua para garantizar la integridad de los tubos, uniones, racores y otros componentes tales como macizos de anclaje.

Previo al comienzo de las operaciones, debe llevarse a cabo una inspección para asegurarse de que está disponible el equipo de seguridad apropiado y de que el personal dispone de la vestimenta de protección adecuada.

Después de la instalación de la conducción y hasta el restablecimiento del relleno, todas las excavaciones deben permanecer convenientemente protegidas. Todo trabajo no relacionado con las pruebas de presión debe prohibirse en las zanjas durante las mismas.

Las conducciones deben llenarse de agua lentamente, con cuidado para que los dispositivos de purga de aire se mantengan abiertos y los tramos de la conducción suficientemente purgados. Antes de realizar la prueba de presión, debe hacerse una verificación que garantice que el equipo de ensayo está calibrado, en buen estado de funcionamiento y conectado correctamente a la conducción. La secuencia prevista del proceso y toda modificación de operaciones debe controlarse en todas las etapas de ensayo, para evitar daños al personal. Todos los empleados deben estar informados de la intensidad de las cargas sobre soportes y accesorios temporales, y de las consecuencias en caso de producirse un fallo.

Las conducciones deben despresurizarse lentamente, estando todos los dispositivos de purga de aire abiertos al vaciar las tuberías.

PRUEBA DE PRESIÓN

Operaciones preliminares

Relleno y anclaje

Previo a la realización de la prueba de presión, las tuberías deben, donde sea adecuado, cubrirse con materiales de relleno, de forma que se eviten cambios en las condiciones del suelo, que pueden provocar fugas. No se deben rellenar las juntas. Las sujeciones y macizos de anclaje definitivos deben realizarse para soportar el

empuje resultante de la prueba de presión. Los macizos de sujeción o de anclaje de hormigón deben alcanzar las características de resistencia requeridas antes de que las pruebas comiencen. Se debe prestar atención a que los tapones y extremos cerrados provisionales se fijen de forma adecuada y que los esfuerzos transmitidos al terreno sean repartidos de acuerdo con la capacidad portante de éste. Todo soporte temporal, sujeción o anclaje en los extremos del tramo de prueba no debe ser retirado hasta que la conducción no haya sido despresurizada.

Selección y llenado del tramo de prueba

La conducción debe probarse en su totalidad o, cuando sea necesario, dividida en varios tramos de prueba.

Los tramos de prueba deben ser seleccionados de tal forma que:

- La presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo de cada tramo de prueba.
- Pueda aplicarse una presión al menos igual a la presión máxima de diseño (MDP) en el punto más alto de cada uno de ellos, salvo especificación diferente del proyectista.
- Pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad, la cantidad de agua necesaria para la prueba.

Todo escombro y cuerpo extraño debe ser retirado de la conducción antes de la prueba.

El tramo de prueba debe llenarse con agua. Para conducciones de agua potable debe utilizarse agua potable en la prueba de presión, salvo especificación contraria del proyectista.

La conducción debe purgarse completamente del aire contenido tanto como sea razonablemente posible. El llenado debe realizarse lentamente, sí es posible a partir del punto más bajo de la conducción; con objeto de evitar los retornos de agua y que se evacue el aire a través de los dispositivos de purga convenientemente dimensionados.

Presión de Prueba

Para todas las conducciones, la presión de prueba de la red (STP) debe calcularse a partir de la presión máxima de diseño (MDP) del modo siguiente:

- Golpe de ariete calculado STP = MDPc + 0,1 MPa
- Golpe de ariete no calculado

  STP = MDPa x 1,5 ó STP = MDPa + 0,5 MPa

  El menor de los dos valores.

El cálculo del golpe de ariete debe efectuarse por métodos apropiados y utilizando ecuaciones generales aplicables, de acuerdo con las condiciones fijadas por el proyectista y basadas en las condiciones de explotación más desfavorables.

En circunstancias normales, el equipo de prueba debe estar situado en el punto más bajo del tramo de prueba. Si no es posible instalar el equipo de prueba en el punto más bajo del tramo de prueba, la presión de la prueba de presión debe ser la presión de prueba de la red calculada para el punto más bajo del tramo considerado, minorado con la diferencia de cota.

Procedimiento de ensayo.

Especificaciones generales

El procedimiento de prueba debe llevarse a cabo en tres fases:

a. Prueba preliminar
b. Prueba de purga
c. Prueba principal de presión

a. Prueba preliminar

La prueba preliminar tiene por objeto:

- Estabilizar la parte de la conducción a ensayar permitiendo la mayor parte de los movimientos dependientes del tiempo.
- Conseguir la saturación de agua apropiada.

La conducción debe dividirse en tramos de prueba practicables, completamente llenos de agua y purgados, y la presión debe incrementarse hasta al menos la presión de funcionamiento sin exceder la presión de prueba de la red (STP).

Si se producen cambios de posición inaceptables de cualquier parte de la tubería, y/o aparecen fugas, la tubería debe despresurizarse y los fallos deben corregirse.

La duración de la prueba preliminar deberá ser como mínimo de 24 horas para tubos de hormigón armado y de hormigón postesado con camisa de chapa embebida y de 72 horas para tubos de hormigón postesado con camisa de chapa revestida.

b. Prueba de purga

La prueba de purga permite la estimación del volumen de aire remanente en la conducción.

El aire en el tramo de tubería a ensayar produce datos erróneos que podrían indicar fuga aparente o podrían, en algunos casos, ocultar pequeñas fugas. La

presencia de aire reducirá la precisión de la prueba de pérdida de presión y la prueba de pérdida de agua.

La dirección de obra deberá especificar si la prueba de purga debe llevarse a cabo. Un método para realizar el ensayo y los cálculos necesarios se describen en el anejo A de la norma UNE-EN 805.

c. Prueba principal de presión

Generalidades:

La prueba principal de presión no debe comenzar hasta que haya sido completada satisfactoriamente la prueba preliminar.

Se admiten dos métodos de prueba básicos:

- El método de prueba de pérdida de agua.
- El método de prueba de caída o pérdida de presión.

El proyectista debe especificar el método a utilizar

Método de prueba de pérdida de agua

Pueden utilizarse dos métodos equivalentes para la medida de la pérdida de agua, por ejemplo, medida del volumen evacuado o medida del volumen bombeado, según se describe a continuación:

a. Medida del volumen evacuado.
   - Incrementar la presión regularmente hasta que se alcance la presión de prueba de la red (STP). Mantener STP mediante bombeo, si es necesario, durante un período no inferior a una hora.
   - Desconectar la bomba y no permitir que entre más agua en la conducción durante un período de prueba de una hora o durante un intervalo de tiempo más largo, si así lo especifica el proyectista.
   - Al final de este período medir la presión reducida y proceder a recuperar STP bombeando. Medir la pérdida, evacuando agua hasta que la anterior presión reducida se alcance nuevamente.

b. Medida del volumen bombeado.
   - Aumentar la presión regularmente hasta el valor de la presión de prueba de la red (STP).
   - Mantener la presión de prueba de la red STP como mínimo durante una hora, o más, si el proyectista lo especifica.
   - Utilizando un dispositivo apropiado, medir y anotar la cantidad de agua que es necesario bombear para mantener la presión de prueba de la red.

- El proyectista debe especificar el método a utilizar.
- La pérdida de agua aceptable, al finalizar la primera hora de la prueba, no debe exceder el valor calculado utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta V_{\max} = 1{,}2 \cdot V \cdot \Delta p \left(\frac{1}{E_w} + \frac{d_i}{e \cdot E_R} \right)$$

siendo

- Δ Vmax es la pérdida de agua admisible, en litros;
- V es el volumen del tramo de conducción en prueba en litros;
- Δ p es la caída de presión admisible definida anteriormente, en kilopascales;
- Ew es el módulo de deformación del agua, en kilopascales;
- Di es el diámetro interior del tubo, en metros;
- E es el espesor de la pared del tubo, en metros;
- ER es el módulo de deformación de la pared del tubo, en kilopascales;
- 1,2 es un factor de corrección (por ejemplo, para el aire residual) durante la prueba principal de presión.

Método de prueba de pérdida o caída de presión

- Aumentar la presión regularmente hasta alcanzar el valor de la presión de prueba de la red (STP).
- La duración de la prueba de caída de presión debe ser de 1 hora o de mayor duración si así lo especifica el proyectista. Durante la prueba, la caída de presión – p- debe presentar una tendencia regresiva y al finalizar la primera hora no debe exceder los 20 kPa para tubos de hormigón con camisa de chapa acero.

Examen de resultados de la prueba

Si la pérdida de estanquidad sobrepasa lo especificado o si se encuentran defectos, la red debe examinarse y rectificarse donde sea necesario. La prueba debe repetirse hasta que su resultado sea conforme a las especificaciones.

Prueba general de la red

Cuando la conducción haya sido dividida en dos o más tramos de prueba y todos ellos hayan pasado con éxito la prueba de presión, el conjunto de la red deberá someterse, si así lo especifica el proyectista, a la presión de funcionamiento de la red (OP) durante al menos dos horas. Los componentes adicionales (no ensayados)

incluidos después de la prueba de presión en secciones adyacentes deben ser inspeccionados visualmente para detectar fugas y cambios de alineamiento y nivel.

Anotación de resultados de la prueba

Debe realizarse y archivarse un informe completo con los detalles de las pruebas.

3.20. TUBERÍAS METÁLICAS PARA RANURAR

La calidad de los materiales que se instalen debe ser de igual o superior a lo especificado a continuación:

Diseño:

Cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 10220:2004.

Tubería:

Acero al carbono-manganeso tipo S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025:2006. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220:2004.

Protección:

Galvanizado en caliente realizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010 de espesor medio superior a 120 micras y espesor mínimo conforme lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2010

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.

Tubería galvanizada:

En el caso de que el fabricante realice un control de calidad del revestido similar a lo especificado a continuación, posea Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de la tubería, garantizando el material conforme con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego y garantice las especificaciones dimensionales indicadas en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales metálicos ni del revestido, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará, con el primer envío 3 probetas de 20cm de longitud o 3 elementos completos, de cada tipo de tubería, para la realización de los ensayos que la empresa ejecutora considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

La tubería galvanizada cumplirá los ensayos del revestido y las especificaciones del ranurado que se exponen en el presente pliego para piezas metálicas.

Tubería en negro:

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de la tubería, garantizando el material conforme con la legislación vigente y garantice las especificaciones dimensionales indicadas en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales metálicos, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará, con el primer envío 3 probetas de 20cm de longitud o 3 elementos completos, de cada tipo de tubería, para la realización de los ensayos que la empresa ejecutora considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

La tubería en negro está exenta de restos de pintura, sustancias aceitosas y cualquier otro tipo de sustancia en toda su superficie.

La tubería en negro cumplirá las especificaciones del ranurado que se exponen en el presente pliego para piezas metálicas.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos, conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante, aportará en el primer envío 3 probetas de 15x15cm o 3 elementos completos de cada uno de los materiales que no posea Certificado 3.1 para que la empresa ejecutora pueda realizar el control que considere necesario para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

3.21. TUBERÍAS DE PE

Las tuberías de polietileno (PE) serán del tipo PE 100.

La calidad del polietileno, tanto para las tuberías como para los accesorios, debe ser de igual o superior a lo especificado en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Resistencia a la tracción en uniones por fusión a tope	Tipo de rotura: dúctil	ISO 13953:2011
Resistencia a la propagación lenta de fisuras	Sin fallo durante el ensayo	UNE-EN ISO 13479:2010
Resistencia a la intemperie: -Tiempo de inducción a la oxidación -Alargamiento en la rotura	 >= 20 minutos >= 350%	UNE-EN ISO 11357-6 :2018

-Resistencia hidrostática a 80ºC	Sin fallo	UNE-EN ISO 6259-1:2015 UNE-EN ISO 1167-1-2:2006
Resistencia a la propagación rápida de fisuras	Parada	ISO 13477:2008

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme las normas UNE-EN 12201-1:2012 y UNE-EN 12201-2:2012, en el caso de los tubos, y conforme las normas UNE-EN 12201-1:2012 y UNE-EN 12201-3:2012, en el caso de los accesorios, no será necesario realizar un control de calidad de estos.

En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y aportará con el primer envío 3 elementos completos o probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora realice los ensayos necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Aspecto

Se examinarán todos los tubos y accesorios visualmente sin aumentos, las superficies interna y externa de los tubos y accesorios, presentando un aspecto liso, limpio, libre de grietas, cavidades u otros defectos superficiales.

Los extremos de los tubos estarán cortados limpia y perpendicularmente al eje del tubo.

El color de los tubos y accesorios será azul o negro, lo tubos presentarán además bandas azules.

Características geométricas

El diámetro exterior medio, ovalación y espesor de los tubos se medirán de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 3126:2005 y cumplirán lo especificado en las tablas 1 y 2 de la norma UNE-EN 12201-2:2012.

Las características geométricas de los tubos se medirán de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 3126:2005 y cumplirán lo especificado en el apartado 6 de la norma UNE-EN 12201-3:2012.

Características mecánicas y físicas

Los tubos cumplirán los requisitos especificados a continuación.

ENSAYOS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Resistencia hidrostática a 80ºC	Sin fallo	UNE-EN ISO 1167-1-2:2006
Alargamiento en la rotura	>= 350%	UNE-EN ISO 6259-1:2015
Índice de fluidez en masa MFR	Cambio del MFR tras la transformación del +- 20%	UNE-EN ISO 1133:2012
Tiempo de inducción a la oxidación	<= 20 min	UNE-EN ISO 11357-6:2018

Marcado

Todos los tubos estarán marcados de forma permanente y legible, de modo tal que el marcado no produzca puntos de iniciación de fisuras u otros tipos de fallo y que el almacenamiento, exposición a la intemperie, manipulación, instalación y uso normales no afecten la legibilidad de dicho marcado.

La frecuencia de marcado de los tubos será como mínimo de una vez por metro lineal, y contendrá la siguiente información:

- Número de la norma de aplicación
- Identificación del fabricante
- Dimensiones
- Serie SDR
- Material y designación
- Presión en bares
- Periodo de producción

3.22. ACCESORIOS DE PE

Para ejecutar los pasos de camino de hidrante se emplearán manguitos y codos electrosoldables de PE 100, portabridas de PE 100 de soldadura a tope y bridas locas de acero.

Los manguitos, codos y portabridas de PE 100 cumplirán lo especificado en el presente pliego para tuberías de PE.

Los manguitos soportarán 25 atm de presión nominal y los codos soportarán 16 atm de presión.

Los portabridas y las bridas locas de acero cumplirán las especificaciones de la norma UNE-EN 1092-1:2019

3.23. TUBERÍA DE ACERO HELICOSOLDADO

Los materiales que se contemplan en este capítulo se corresponden con las conducciones metálicas de agua de la red y el resto de los elementos metálicos tubulares de acero helicosoldado para conducción de agua que puedan aparecer en el proyecto. Especialmente indicado en los tubos a emplear dentro de las hincas a ejecutar en las carreteras.

3.23.1. NORMAS DEL PRODUCTO

Cumplirá alguno de los siguientes estándares de fabricación: AWWA C 200; DIN 1626; EN 10224; DIN 2460; BS 534.

3.23.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Se empleará tubería de acero al carbono S-275-JR realizada con soldadura helicoidal (HSAW) interior y exteriormente por el sistema de Arco Sumergido según alguno de los siguientes estándares de fabricación: AWWA C 200; DIN 1626; EN 10224; DIN 2460; BS 534. Con acabado abocardado en un extremo y liso o cilíndrico en el otro, para unir mediante realización de soldadura interior.

Acabado interior: 300 micras nominales de pintura epoxi apta para uso alimentario según Norma AWWA C-210/92.

Acabado exterior: Polietileno tricapa de 3 mm de espesor, con tolerancia de -1 mm en el cordón de soldadura, incluido previo tratamiento de imprimación anticorrosivo. Norma de revestimiento exterior: DIN 30670/91. Preparación de superficies: Grado de limpieza SA 2½ según SIS 05.59.00.

Soldadura:

Soldadura entre los tubos "a solape" por el interior en ángulo para tubos de acero helicoidal con extremos abocardados con soldadura semiautomática con hilo sin gas (FCAW-SS).

Tratamiento anticorrosivo interior consistente en:

- Cepillado mecánico.
- Aplicación de 300 micras de pintura epoxi alimentaria.

Tratamiento exterior de soldaduras:

- Cepillado mecánico.
- Aplicación del manguito termorretráctil de polietileno tricapa.

3.23.3. CONTROL DE CALIDAD

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.

En el caso de que el fabricante realice un control de calidad del revestido similar a lo especificado a continuación y que posea Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204 de la tubería, garantizando el material conforme con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales metálicos ni del revestido, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará, con el primer envío 3 probetas de 20 cm de longitud, para la realización de los ensayos oportunos por parte de la empresa ejecutora.

Revestido

El fabricante de pintura y la empresa encargada del proceso de pintado poseerán Certificado de Calidad ISO 9001 emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente y realizarán el control de calidad que se expone en el presente pliego.

En caso contrario o en el caso de que no se realice alguno de los controles siguientes, se llevarán a cabo por la empresa ejecutora en Laboratorio Externo debidamente acreditado.

Galvanizado

En cuanto a la galvanización en caliente, en el caso de que el suministro del material se acompañe de un certificado de garantía del galvanizador, específico para la obra y firmado por persona física, la dirección facultativa podrá eximir de la realización de los correspondientes ensayos. La realización de ensayos, en su caso, se efectuará mediante los procedimientos establecidos en las normas nacionales e internacionales, UNE-EN-ISO 1461:2010 bien la ASTM A123 y ASTM A153.

Espesor

En las normas UNE-EN-ISO 1461:2010, ASTM A123 y ASTM A153 se especifica los valores medios mínimos admisibles de espesor de los recubrimientos galvanizados en función del espesor del material de base, se establece como espesor mínimo 120 micras.

La medida de los espesores se realizará por el procedimiento electromagnético indicado en la norma UNE-EN-ISO 1461:2010 o ASTM E376.

Adherencia

La capa de aleación de zinc debe presentar firme adherencia al material base.

Los métodos utilizados para el análisis son:

Método de martillo basculante según norma ASTM A 123 7.4.2 y ASTM A 153 8.4.2.

Método de cuchillo normalizado según ASTM A 123 7.4.1 y ASTM A 153 8.4.1

Aspecto superficial o visual

La pieza o tubería se hará inspección visual y se observará que esté libre de Rebabas, gotas punzantes y adherencias superficiales de cenizas u otros restos.

Pintado Epoxi

Espesor

Se comprobará el espesor del revestido en los 3 elementos completos o en las 3 probetas, con un medidor de corriente de Foucault conforme lo indicado en la norma UNE-EN ISO 2808:2007, comprobando que en todos los casos el espesor medio es superior al especificado en el apartado correspondiente del presente pliego.

Adherencia

Se comprobará la adherencia en los 3 elementos completos o en las 3 probetas, por el método del corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2021. La clasificación obtenida será tipo 0 ó 1 según la tabla 1 de la norma.

Corrosión

Se comprobará la adherencia en los 3 elementos completos o en las 3 probetas, por el método del corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2021. La clasificación obtenida será tipo 0 ó 1 según la tabla 1 de la norma21.

3.24. UNIONES DE INSTALACIÓN Y UNIONES DE REPARACIÓN

En el caso de que durante la ejecución de la obra sea necesario el empleo de uniones de instalación de un solo cierre y/o uniones de reparación de doble cierre, se emplearán aquellas cuyo fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado.

3.24.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Diseño:

- Bajo peso
- Un sólo punto de cierre en uniones de instalación
- Doble cierre en uniones de reparación

- Absorción de desviaciones angulares, movimientos axiales, deformaciones radiales, superficies rugosas y vibraciones
- La presión sobre el labio de la junta de estanqueidad es mayor cuando aumenta la presión interna de la líne
- Soportar una presión de prueba de 1,5 veces la presión de trabajo.

Carcasa, ejes y acero interior:

- Acero inoxidable AISI 304 L

Tornillería:

- Acero inoxidable AISI 304

Manguito de estanqueidad:

- Silicona de color azul adecuado para temperaturas comprendidas entre -55 y +200ºC. Garantía mínima de 30 años ante la exposición a inclemencias atmosféricas y rayos ultra violetas.

3.24.2. CONTROL DE CALIDAD

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.24.3. MARCADO

Todas las uniones de instalación y de reparación se marcarán de manera visible y duradera con la siguiente información:

- Diámetro nominal
- Diámetro exterior a colocar a cada lado de la unión
- Presión de trabajo
- Presión de ensayo
- Par de apriete necesario

- Identificación del fabricante

3.25. CARRETE DE DESMONTAJE

3.25.1. NORMAS DEL PRODUCTO

No se contempla una norma exclusiva que recoja los carretes de desmontaje para tuberías a presión, pero los materiales cumplirán con cada una de las normar particulares descritas en el presente pliego, en especial con la referida en el apartado: "Piezas especiales".

Se cumplirá a su vez, con la Directiva de Equipamiento bajo Presión 97/23/CE para los fluidos del grupo 2. Bridas de caras planas conforme la norma UNE-EN 1092-1-2:2002.

3.25.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Los carretes de desmontaje serán de las siguientes características:

- Tendrán el mismo diámetro nominal de las válvulas y elementos junto a las que se instalen y serán capaces de soportar la presión de trabajo que soporten las mismas.
- Los tornillos serán pasantes con tuercas y contratuercas que dejen rígida la instalación.
- -Bridas: Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006. Las dimensiones de las bridas cumplirán la norma UNE 1092-1: 2008.
- Virolas: de acero inoxidable calidad mínima según UNE-EN 10088-1:2006.
- Junta de estanquidad: Dureza IHRD 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006
- Tornillería: Cumplirán lo establecido en el apartado "Tornilleria" de este pliego.
- El Revestido será como mínimo:
- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
- Polimerizado en horno a 200ºC.
- Pintado: una capa de pintura en polvo epoxi-poliéster, con espesor mínimo de 120 micras y una segunda capa de pintura en polvo con espesor mínimo de 80 micras. El espesor final medio no será inferior a 200 micras.
- Polimerizado en horno a 210ºC.

Se comprobará el aspecto general de todas las piezas una vez pintadas, de forma que no aparezcan oquedades, burbujas de aire o cualquier otro defecto apreciable a simple vista. En el caso de existir este tipo de defectos se considerará la pieza defectuosa, sometiéndola de nuevo al proceso de pintado.

La longitud de montaje de los carretes variará según su DN, debiendo mantenerse dentro de las cotas de tolerancia establecidas en cada caso. Las longitudes y las tolerancias de montaje mínimas serán las siguientes:

DN (mm)	Longitud montaje (mm)	Tolerancia montaje (+/- mm)
50 a 150	200	30
200 a 450	280	40
500 a 700	330	50
800 a 1000	400	60
1100 a 1300	450	70
1400 a 1600	500	75
1700 a 2000	600	80

3.25.3. CONTROL DE CALIDAD

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en este pliego de Prescripciones Técnicas particulares, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado la empresa ejecutora deberá seleccionar 3 unidades o probetas de cada tipo de elemento y se realizarán los ensayos de laboratorio pertinentes. En cuanto a diseño cumplirá con las especificaciones recogidas en este pliego de Prescripciones Técnicas.

3.25.4. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Los carretes de desmontaje deberán tener al menos las especificaciones de Diámetro Nominal de brida y Presión Nominal de trabajo de acuerdo con la norma UNE-EN 1092-1-2:2002.

3.25.5. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

El fabricante realizará el embalaje, transporte y almacenamiento de las piezas de tal forma que evite cualquier daño o rotura durante la ejecución normal de los trabajos.

Las aberturas de conexión de todos los aparatos y equipos deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades, así

como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos etc.

3.26. UNIONES DE GIBAULT

En el caso de que durante la ejecución de la obra sea necesario el empleo de uniones tipo Gibault, se emplearán aquellas cuyo fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado y cuyo diseño y calidades de los materiales sean las especificadas a continuación:

Cuerpo: fundición nodular EN-JS1050 (EN-GJS 400-17, GGG-50), conforme la norma UNE-EN 1563:1998/A2:2006.

Tornillos: acero bicromatado de calidad 6.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2000.

Tuercas: acero bicromatado de calidad 6 conforme la norma UNE-EN 20898-2:94.

Juntas: EPDM conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006.

Revestido: tanto interior como exteriormente con pintura epoxi en color azul, con un espesor mínimo de 250 micras.

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control de calidad del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

3.27. TOMA DE FONDO DE LA BALSA DE REGULACIÓN

La toma de aspiración del fondo de la balsa cumplirá como mínimo las especificaciones que se indican a continuación.

3.27.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Chapas:

Acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006.

Tubos:

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006 y UNE-EN 10255. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220:2004.

Revestido:

La toma de aspiración de la balsa se revestirá tanto el interior como el exterior, tal y como se indica a continuación:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
- Polimerizado en horno a 200ºC.
- Pintado: una capa de pintura en polvo epoxi-poliéster, con espesor mínimo de 120 micras y una segunda capa de pintura en polvo con espesor mínimo de 80 micras. El espesor final medio no será inferior a 200 micras.
- Polimerizado en horno a 210ºC.

3.27.2. CONTROL DE CALIDAD

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado. En el caso de que realice los controles de soldadura y revestido del presente pliego para piezas metálicas, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los controles que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204: 2006 de todos los elementos metálicos conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite, en caso

contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 probetas para realizar el control de los materiales.

3.28. BANDAS DE NEOPRENO CON TACOS PARA HINCA

Todos los tramos de tubería que tengan que ser ejecutados mediante hinca estarán protegidos con una banda de neopreno con tacos que cumplirá con las especificaciones que se detallan a continuación.

Diseño:

- Banda de neopreno de 5 mm de espesor y 13 cm de ancho
- Como mínimo 4 tacos por banda de neopreno
- Distancia máxima entre tacos dentro de una misma banda de neopreno: 30 cm

Especificaciones técnicas:

- Peso específico: 1,31 g/cm^3
- Dureza de indentación: 70 Shore A conforme la norma ASTM D2240
- Carga de rotura: 7 MPa conforme la norma ASTM D412
- Alargamiento a la rotura: 300 % conforme la norma ASTM D412
- Desgarro: 20 N/mm
- Temperatura de trabajo: -40 a 120ºC
- Envejecimiento térmico por aire caliente conforme la norma ASTM D573:
    - Inc. Dureza: 5 Shore A
    - Inc. Carga: -15%
    - Inc. Alargamiento: -40%
- Deformación remanente a 70ºC durante 22 horas: <= 20% conforme la norma ASTM D395.
- Resistencia al ozono 200 ppm, 8ºC durante 48 horas: estiramiento del 20% conforme la norma ASTM D1149.
- Resistencia al ozono excelente.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 y aporte la documentación necesaria para garantizar el cumplimiento del presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad de las bandas de neopreno, será suficiente con aportar dicha documentación. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.29. SOLDADURA EN PIEZAS METÁLICAS

El fabricante poseerá Certificado de cualificación del Procedimiento de Soldadura y certificados de cualificación de los Soldadores en vigor, emitidos por Organismo Autorizado según la norma UNE-EN 473:2009 o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente y vigente.

El fabricante avisará, con un mínimo de 10 días de antelación, el momento en el que estén realizadas todas las soldaduras, sin tratar ni revestir, para que la empresa ejecutora pueda realizar el control de calidad de las soldaduras. Dicho control de calidad se realizará mediante un examen visual y líquidos penetrantes a través de un Laboratorio debidamente autorizado.

- *Examen visual:* se realizará en el 10% de las soldaduras, conforme a la norma UNE-EN 970:97, el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2009 o UNE-EN ISO 10042:2006 será el B, el nivel de aceptación será el B. Excepto en los colectores y la estructura metálica de la Estación de Bombeo que se ensayarán el 30% de las soldaduras.
- *Examen mediante líquidos penetrantes:* se realizará en el 10% de las soldaduras conforme a la norma UNE-EN 571-1:97 el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2009 o UNE-EN ISO 10042:2006 será el B, el nivel de aceptación según la norma UNE-EN 1289:98/1M/2A:2006 será el 2X. Excepto en los colectores y la estructura metálica de la Estación de Bombeo que se ensayarán el 30% de las soldaduras.

3.30. REVESTIDO EN PIEZAS METÁLICAS

Los tratamientos utilizados para el revestido en piezas metálicas, tanto para la protección contra la oxidación, como las destinadas a las capas de terminación, serán de características y marca de primera calidad, así como suministradas por fabricantes de reconocida garantía.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente, que recoja los ensayos descritos a continuación y sus tolerancias, no será necesario realizar los ensayos del revestido, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará como mínimo con cada envío 3 probetas de 15x15cm de cada tipo de pieza o tres piezas completas para realizar en los ensayos que se exponen a continuación por parte del Contratista.

Comprobación del espesor

Se comprobará el espesor del revestido en los 3 elementos completos o en las 3 probetas, con un medidor de corriente de Foucault conforme lo indicado en la norma UNE-EN ISO 2808:2007, comprobando que en todos los casos el espesor medio es superior al especificado en el apartado correspondiente del presente pliego.

Adherencia

Se comprobará la adherencia en los 3 elementos completos o en las 3 probetas, por el método del corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2007. La clasificación obtenida será tipo 0 ó 1 según la tabla 1 de la norma UNE-EN ISO 2409:2007.

Corrosión

Se ensayará uno del elementos completo o una de las probetas, en cámara de niebla salina según la norma UNE-EN ISO 9227:2007 durante al menos 168h. Una vez transcurrido éste tiempo no presentarán defectos evaluados de acuerdo con las normas UNE-EN ISO 4628-2:2004 a UNE-EN ISO 4628-5:2004 diferentes a la clasificación 0 ó 1.

3.31. RANURADO EN PIEZAS METÁLICAS

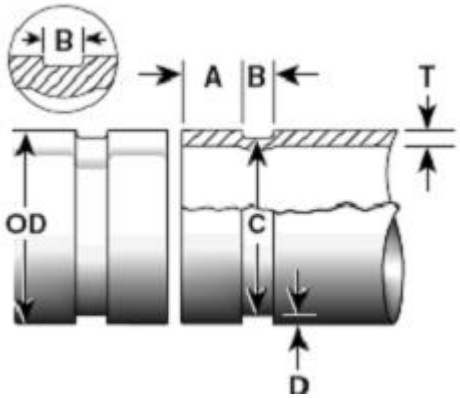
El ranurado sea por laminación o por mecanizado se realizará, en cualquier caso, antes de realizar el revestido correspondiente, excepto en el caso de emplear en la fabricación de las mismas tubos galvanizado. En éste último caso, deberá de garantizarse la protección de la zona mecanizada, así como la integridad de la zona circundante a la misma del tubo, serán inadmisibles tubos en los que en el galvanizado aparezcan resquebrajamientos.

Las piezas especiales metálicas de la red de riego que tengan que ser ranuradas, sólo se podrán ranurar mediante laminación, no se aceptarán piezas especiales realizadas mediante mecanizado.

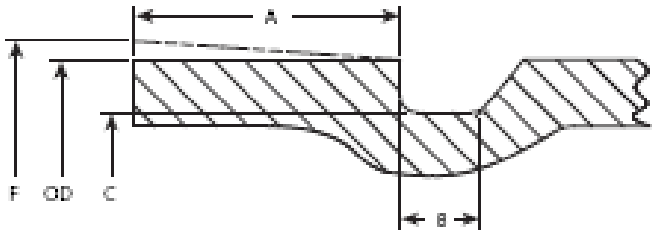
3.31.1. RANURADO REALIZADO POR LAMINACIÓN

El ranurado de las piezas especiales realizado por laminación, es decir, ranurado realizado sin pérdida de material, cumplirá lo especificado a continuación.

Como mínimo se comprobará el ranurado de 3 piezas metálicas de cada tipo de pieza, entendiendo por tipo de pieza diámetro, presión y codo, reducción, té, carrete etc...



D.E. (mm)			Dimensiones (mm)						
Básico	Tolerancia		Asiento de la Junta A +- 0.76	Anchura de la Junta B +- 0.76	Diámetro de la ranura C		Prof. de ranura D	Mín. espesor de pared T	Máx. diám. ensanch
	+	-			Básico	Tolerancia			
60,3	0,61	0,61	15,88	8,74	57,15	-0,38	1,60	1,65	63,0
88,9	0,89	0,89	15,88	8,74	84,94	-0,46	1,98	2,11	91,4
108,0	1,04	0,79	15,88	8,74	103,73	-0,51	2,11	2,11	110,5
114,3	1,14	0,79	15,88	8,74	110,08	-0,51	2,11	2,11	116,8
127,0	1,27	0,79	15,88	8,74	122,78	-0,51	2,11	2,41	129,5
133,0	1,34	0,79	15,88	8,74	129,13	-0,51	2,11	2,77	135,9
139,7	1,42	0,79	15,88	8,74	135,48	-0,51	2,11	2,77	142,2
141,3	1,42	0,79	15,88	8,74	137,03	-0,56	2,13	2,77	143,8
152,4	1,42	0,79	15,88	8,74	148,06	-0,56	2,16	2,77	154,9
159,0	1,60	0,79	15,88	8,74	153,21	-0,56	2,16	2,77	161,3
165,1	1,60	0,79	15,88	8,74	160,78	-0,56	2,16	2,77	167,6
168,3	1,60	0,79	15,88	8,74	163,96	-0,56	2,16	2,77	170,9
203,2	1,60	0,79	19,05	11,91	198,53	-0,64	2,34	2,77	207,5
219,1	1,60	0,79	19,05	11,91	214,40	-0,64	2,34	2,77	223,5
254,0	1,60	0,79	19,05	11,91	249,23	-0,69	2,39	3,40	258,3
273,0	1,60	0,79	19,05	11,91	268,28	-0,69	2,39	3,40	277,4
304,8	1,60	0,79	19,05	11,91	299,24	-0,76	2,77	3,96	309,1
323,9	1,60	0,79	19,05	11,91	318,29	-0,76	2,77	3,96	328,2



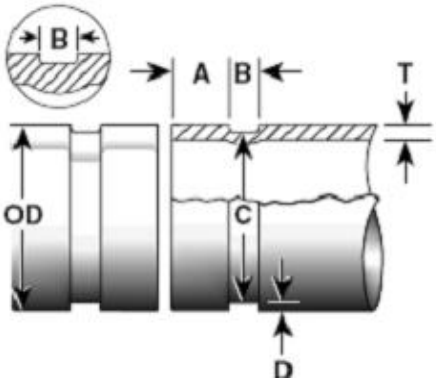
TAMAÑO TUBO EN " [mm]	"OD" DIÁMETRO EXTERIOR		"A" ASIENTO DE LA JUNTA	"B" ANCHO, ALOJAMIENTO (Esquinas teóricas)	"C" DIÁMETRO ZONA DE ALOJAMIENTO		"F"	Espesor de pared (mm)
	MAX	MIN			MAX	MIN		
14 [355,6]	14.094 [358,0]	13.969 [354,8]	1500 (1531 - 1437) [38,10 (38,9 – 36,5)]	455 (460 - 450) [11,6 (11,7 – 11,4)]	13.500 [342,9]	13.455 [341,8]	14.23 [361,4]	5,6-12,7
16 [406,4]	16.064 [408,8]	15.969 [405,6]			15.500 [393,7]	15.455 [392,6]	16.23 [412,2]	6,35-12,7
18 [457,0]	18.094 [459,6]	17.969 [456,4]			17.500 [444,5]	17.455 [443,4]	18.23 [463,0]	6,35-12,7
20 [508,0]	20.094 [510,4]	19.969 [507,2]			19.500 [495,3]	19.455 [494,2]	20.23 [513,8]	6,35-12,7

TAMAÑO TUBO EN " [mm]	"OD" DIÁMETRO EXTERIOR		"A" ASIENTO DE LA JUNTA	"B" ANCHO, ALOJAMIENTO (Esquinas teóricas)	"C" DIÁMETRO ZONA DE ALOJAMIENTO		"F"	Espesor de pared (mm)
	MAX	MIN			MAX	MIN		
24 [610,0]	24.094 [612,0]	23.969 [608,8]			23.500 [596,9]	23.455 [595,8]	24.23 [615,4]	6,35-12,7
26 [660,0]	24.094 [662,8]	25.969 [659,6]			25.430 [645,9]	25.370 [644,4]	26.30 [668,0]	9,53-12,7
28 [711,0]	28.094 [713,6]	27.969 [710,4]			27.430 [696,7]	27.370 [695,2]	28.30 [718,8]	9,53-12,7
30 [762,0]	30.094 [764,4]	29.969 [761,2]	1750 (1781 - 1687) [44,5 (45,2 – 42,8)]	535 (540 - 530) [13,6 (13,7 – 13,5)]	29.430 [747,5]	29.370 [746,0]	30.30 [769,6]	9,53-12,7
32 [813,0]	32.094 [815,2]	31.969 [812,0]			31.430 [798,3]	31.370 [796,8]	32.30 [820,4]	9,53-12,7
36 [914,0]	36.094 [916,8]	35.969 [913,6]			35.430 [899,9]	35.370 [898,4]	36.30 [922,0]	9,53-12,7
40 [1016,0]	40.094 [1018,4]	39.969 [1015,2]			39.375 [1000,1]	39.315 [998,6]	40.30 [1023, 6]	9,53-12,7
42 [1067,0]	42.094 [1069,2]	41.969 [1066,0]			41.375 [1050,9]	41.315 [1049,4]	42.30 [1074, 4]	9,53-12,7
46 [1068,0]	46.094 [1170,8]	45.969 [1167,6]	2000 (2031 - 1937) [50,8 (51,6 – 49,2)]		45.375 [1152,5]	45.315 [1151,0]	46.30 [1176, 0]	12,7
48 [1219,0]	48.094 [1221,6]	47.969 [1218,4]			47.375 [1203,3]	47.315 [1201,8]	48.30 [1226, 8]	12,7
54 [1372,0]	54.094 [1374,0]	53.969 [1370,8]		562 (567 - 557) [14,3 (14,4 – 14,1)]	53.375 [1355,7]	53.315 [1354,2]	54.30 [1379, 2]	12,7
56 [1422,0]	56.094 [1424,8]	55.969 [1421,6]	2500 (2531 - 2437) [63,5 (64,3 – 61,9)]		55.375 [1406,5]	55.315 [1405,0]	56.30 [1430, 0]	12,7
60 [1524,0]	60.094 [1526,4]	59.969 [1523,2]			59.375 [1508,1]	59.315 [1506,6]	60.30 [1531, 6]	12,7

3.31.2. RANURADO REALIZADO POR MECANIZADO

El ranurado de las piezas especiales realizado por mecanizado, es decir, ranurado realizado con pérdida de material, cumplirá lo especificado a continuación.

Como mínimo se comprobará el ranurado de 3 piezas metálicas de cada tipo de pieza, entendiendo por tipo de pieza diámetro, presión y codo, reducción, té, carrete etc.



D.E. (mm)			Dimensiones (mm)					
Básico	Tolerancia		Asiento de la Junta A +- 0.76	Anchura de la Junta B +- 0.76	Diámetro de la ranura C		Prof. de ranura D	Mín. espesor de pared T
	+	-			Básico	Tolerancia		
60,3	0,61	0,61	15,88	7,95	57,15	-0,38	1,60	3,91
88,9	0,89	0,79	15,88	7,95	84,94	-0,46	1,98	4,78
114,3	1,14	0,79	15,88	9,53	110,08	-0,51	2,11	5,16
127,0	1,27	0,79	15,88	9,53	122,78	-0,51	2,11	5,16
139,7	1,42	0,79	15,88	9,53	135,48	-0,51	2,11	5,16
141,3	1,42	0,79	15,88	9,53	137,03	-0,51	2,13	5,16
152,4	1,42	0,79	15,88	9,53	148,08	-0,56	2,16	5,56
165,1	1,60	0,79	15,88	9,53	160,78	-0,56	2,16	5,56
168,3	1,60	0,79	15,88	9,53	163,96	-0,56	2,16	5,56
203,2	1,60	0,79	19,05	11,13	198,53	-0,56	2,34	6,05
219,1	1,60	0,79	19,05	11,13	214,40	-0,64	2,34	6,05
254,0	1,60	0,79	19,05	12,70	249,23	-0,64	2,39	6,35
273,0	1,60	0,79	19,05	12,70	268,28	-0,69	2,39	6,35
304,8	1,60	0,79	19,05	12,70	299,24	-0,69	2,77	7,09
323,9	1,60	0,79	19,05	12,70	318,29	-0,76	2,77	7,09

TAMAÑO TUBO EN PULGAS [mm]	**"OD" DIÁMETRO EXTERIOR**		**"A" ASIENTO DE LA JUNTA**	**"B" ANCHO, ALOJAMIENTO (Esquinas teóricas)**	**"C" DIÁMETRO ZONA DE ALOJAMIENTO**		**"F"**	**Espesor de pared (mm)**
	MAX	**MIN**			**MAX**	**MIN**		
14 [355,6]	14.094 [358,0]	13.969 [354,8]	1500 (1531 - 1437) [38,10 (38,9 – 36,5)]	455 (460 - 450) [11,6 (11,7 – 11,4)]	13.500 [342,9]	13.455 [341,8]	0	5,6-12,7
16 [406,4]	16.064 [408,8]	15.969 [405,6]			15.500 [393,7]	15.455 [392,6]	0	6,35-12,7
18 [457,0]	18.094 [459,6]	17.969 [456,4]			17.500 [444,5]	17.455 [443,4]	0	6,35-12,7
20 [508,0]	20.094 [510,4]	19.969 [507,2]			19.500 [495,3]	19.455 [494,2]	0	6,35-12,7
24 [610,0]	24.094 [612,0]	23.969 [608,8]			23.500 [596,9]	23.455 [595,8]	0	6,35-12,7
26 [660,0]	24.094 [662,8]	25.969 [659,6]	1750 (1781 - 1687) [44,5 (45,2 – 42,8)]	535 (540 - 530) [13,6 (13,7 – 13,5)]	25.430 [645,9]	25.370 [644,4]	0	9,53
28 [711,0]	28.094 [713,6]	27.969 [710,4]			27.430 [696,7]	27.370 [695,2]	0	9,53
30 [762,0]	30.094 [764,4]	29.969 [761,2]			29.430 [747,5]	29.370 [746,0]	0	9,53
32 [813,0]	32.094 [815,2]	31.969 [812,0]			31.430 [798,3]	31.370 [796,8]	0	9,53
36 [914,0]	36.094 [916,8]	35.969 [913,6]			35.430 [899,9]	35.370 [898,4]	0	9,53
40 [1016,0]	40.094 [1018,4]	39.969 [1015,2]	2000 (2031 - 1937) [50,8 (51,6 – 49,2)]	562 (567 - 557) [14,3 (14,4 – 14,1)]	39.375 [1000,1]	39.315 [998,6]	0	9,53
42 [1067,0]	42.094 [1069,2]	41.969 [1066,0]			41.375 [1050,9]	41.315 [1049,4]	0	9,53
46 [1068,0]	46.094 [1170,8]	45.969 [1167,6]			45.375 [1152,5]	45.315 [1151,0]	0	12,7
48 [1219,0]	48.094 [1221,6]	47.969 [1218,4]			47.375 [1203,3]	47.315 [1201,8]	0	12,7
54 [1372,0]	54.094 [1374,0]	53.969 [1370,8]	2500 (2531 - 2437) [63,5 (64,3 – 61,9)]		53.375 [1355,7]	53.315 [1354,2]	0	12,7
56 [1422,0]	56.094 [1424,8]	55.969 [1421,6]			55.375 [1406,5]	55.315 [1405,0]	0	12,7
60 [1524,0]	60.094 [1526,4]	59.969 [1523,2]			59.375 [1508,1]	59.315 [1506,6]	0	12,7

3.32. TORNILLERÍA

Toda la tornillería a emplear en la obra objeto del presente proyecto, excepto la que se describe específicamente en otros apartados del presente pliego, cumplirá lo especificado a continuación.

Tornillos

- Acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2000
- Los tornillos serán de cabeza hexagonal y rosca parcial conforme la norma UNE-EN ISO 4014:2001

Tuercas:

- Acero zincado de calidad 8 conforme la norma UNE-EN 20898-2:94
- Las tuercas serán hexagonales conforme la norma UNE-EN ISO 4033:2001

Arandelas:

- Acero zincado de calidad A conforme la norma UNE-EN ISO 887:2000
- Las arandelas serán planas conforme la norma UNE-EN ISO 7089:2000

Varillas roscadas:

- Acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2000

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006, de todos los tipos de tornillos, tuercas, arandelas y varillas roscadas conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 unidades completas de cada tipo de elemento suministrado del que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Marcado

Todos los tornillos, arandelas, tuercas y varillas roscadas irán marcadas de forma duradera e indeleble con la calidad indicada para cada uno de ellos en el presente pliego.

3.33. PIEZAS ESPECIALES DE CALDERERÍA METÁLICA

3.33.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Chapas

Acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006.

Tubos

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006 y UNE-EN 10255. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220:2004.

Bridas

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006. Las dimensiones de las bridas cumplirán la norma UNE 1092-1: 2008.

Juntas de estanqueidad

Dureza IHRD 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006

Revestido

Todas las piezas especiales incluidas las garras de las reducciones y de los carretes de anclaje de las válvulas estarán revestidas tal y como se indica a continuación:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008
- Polimerizado en horno a 200 ºC
- Pintado: una capa de pintura en polvo epoxi-poliéster, con espesor mínimo de 120 micras y una segunda capa de pintura en polvo con espesor mínimo de 80 micras en color azul RAL 5017 para las piezas de calderería de la Estación de Bombeo y en RAL 5012 para el resto de piezas. El espesor final medio no será inferior a 200 micras.
- Polimerizado en horno a 210 ºC

3.33.2. NORMATIVA

- **API 5L:2000:** Especificación para tubería de línea de acero sin costura o soldada.
- **AWWA Manual M11:** Dimensiones y diseño de las piezas.
- **Código ASME, sección IX:** Procedimiento de soldadura.
- **DIN 931, DIN 933, DIN 975, DIN 934 y DIN 125:** Tornillería.
- **DIN 2448:** Dimensiones de tubos de acero sin soldar.
- DIN 2458: Dimensiones de tubos de acero soldados.

- DIN 2502: Bridas planas PN-16.
- **DIN 2503:** Bridas planas PN-25.
- **DIN 2527:** Bridas ciegas.
- **DIN 2573:** Bridas planas PN-6.
- **DIN 2576:** Bridas planas PN-10.
- **DIN 2605:** Codos de acero sin soldadura.
- **DIN 2633:** Bridas con cuello PN-16.
- **DIN 2634:** Bridas con cuello PN-25.
- **UNE 14612-80:** Aplicación de líquidos penetrantes.
- **UNE 37508-88:** Recubrimiento galvanizado en caliente.
- **UNE 48302:1998:** Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados y de sustratos de acero después de decapados totalmente de recubrimientos anteriores (Granallados).
- **UNE-EN 681-1:1996:** Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanqueidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje.
- **UNE-EN 805:2000:** Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes. (Prueba de tubería instalada).
- **UNE-EN 5817:2014, B-C-D:** Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones (Inspección visual de soldaduras).
- **UNE-EN 10025-1:2006:** Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 1: Condiciones técnicas generales de suministro (Aceros estructurales).
- **UNE-EN 10092-1:2005:** Barras planas de acero laminadas en caliente para muelles. Parte 1: Barras planas. Dimensiones y tolerancias dimensionales y de forma (Bridas). Equivalencia DIN 2501.
- **UNE-EN 10217:2003:** Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 1: Tubos de acero no aleado con características especificadas a temperatura ambiente.
- **UNE-EN 10224:2002:** Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.

- **UNE-EN 10253-1:2000:** Accesorios soldables a tope. Parte 1: Aceros al carbono para usos generales y sin inspección específica (Codos). Equivalencia DIN 2605.
- **UNE-EN 10253-1:2000:** Accesorios soldables a tope. Parte 1: Aceros al carbono para usos generales y sin inspección específica (Reducciones). Equivalencia DIN2616.
- **UNE-EN 10255 Tipo L2:** Tubos de acero no aleados adecuados para la soldadura y el roscado. Condiciones técnicas de suministro.
- **UNE-EN 12517:2010:** Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Parte 2: Ensayo radiográfico de uniones soldadas en aluminio y aleaciones de aluminio. Niveles de aceptación (Aplicación en radiografías).
- **UNE-EN-ISO 1461:2010:** Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo (Recubrimiento galvanizado en caliente).
- **UNE-EN-ISO 2178:2017:** Recubrimientos metálicos no magnéticos sobre metal base magnético. Medida del espesor del recubrimiento. Método magnético (Medición no destructiva de recubrimientos metálicos).
- **UNE-EN-ISO 2409:2013:** Pinturas y barnices. Ensayo de corte por enrejado (Determinación de la adherencia del recubrimiento).
- **UNE-EN-ISO 2808:2007:** Determinación de espesores de película de pintura.
- **UNE-EN-ISO 3452-1 con Acceptance criterias s/UNE-EN-ISO 23277:** Ensayo por líquidos penetrantes en soldaduras. Equivalencia ASME Code, Div.1 Ed.2017. ASME V, Article 6 and 24. Acceptance criterias ASME VIII Div.1, Appendix 7 and 8.
- **UNE-EN-ISO 4624:2016 / UNE-EN-ISO 16276-1:2008:** Ensayo de control de adherencia por tracción o pull off.
- **UNE-EN-ISO 6520-1:2009:** Soldeo y técnicas afines. Clasificación de las imperfecciones geométricas en los materiales metálicos. Parte 1: Soldeo por fusión (Aplicación en radiografías).
- **UNE-EN-ISO 8501-1:2008:** Preparación de substratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de substratos de acero no pintados después de eliminar

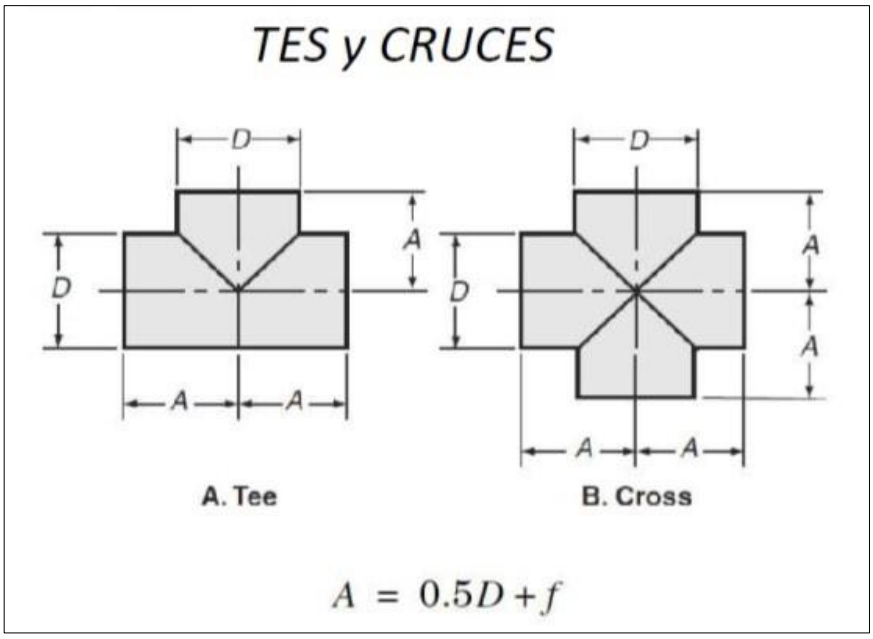
totalmente los recubrimientos anteriores (Chorreado de superficies mediante granalla de acero).

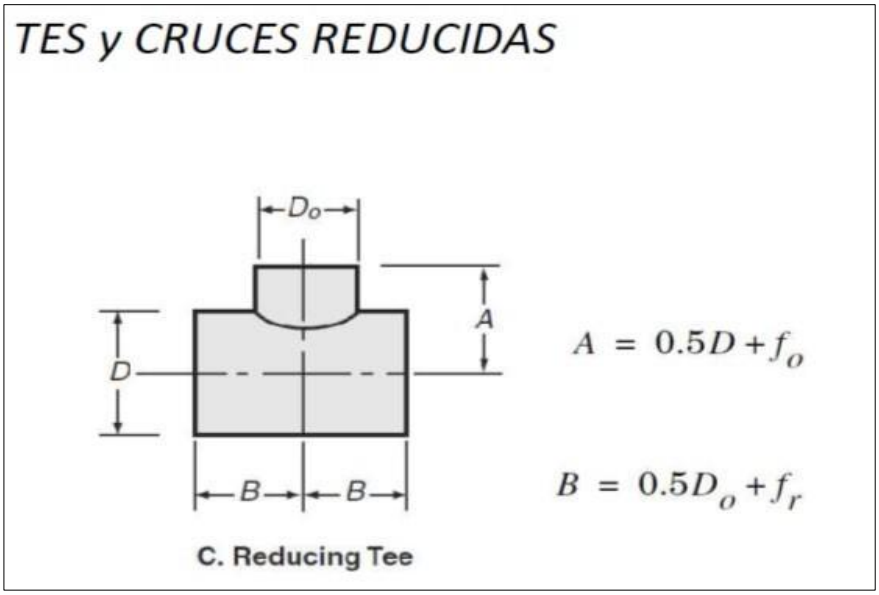
- **UNE-EN-ISO 8503-1:2012:** Preparación de substratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines. Características de rugosidad de los substratos de acero chorreados. Parte 1: Especificaciones y definiciones relativas a las muestras ISO de comparación táctil-visual para la evaluación de superficies preparadas mediante proyección de agentes abrasivos (Rugosidad de la superficie granallada / rugotest).
- **UNE-EN-ISO 12944:1999:** Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 1: Introducción general (Aplicación de recubrimientos).
- **UNE-EN-ISO 15609-1:2005:** Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Especificación del procedimiento de soldeo. Parte 1: Soldeo por arco. (Procedimiento de soldadura). Equivalencia: **ASME Sección IX.**
- **UNE-EN-ISO 17636-1 con Acceptance criterias s/UNE-EN-ISO 10675-1:** Ensayo radiográfico de soldaduras. Equivalencia **ASME Code, Div.1 Ed.2017 ASME V, Article 2. Acceptance criterias ASME VIII Div.1.**

3.33.3. DISEÑO

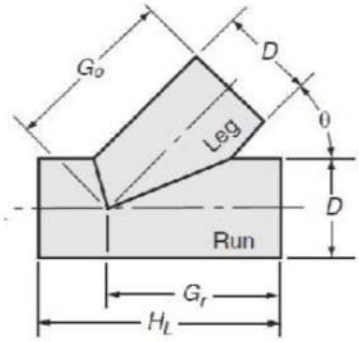
Para diámetro nominal de la tubería mayor a DN 1000 deberá haber una boca de hombre cada 500 metros a concretar con la dirección de obra (preferiblemente en ventosas), incluidas en el precio de la tubería.

Para realizar el diseño de las piezas de acero se seguirá lo establecido en el Awwa Manual M11. En dicho Manual las piezas básicas más comunes se establecen de la siguiente manera:


TES y CRUCES
D
A
A. Tee
B. Cross
$A = 0.5D + f$


TES y CRUCES REDUCIDAS
D_o
D
A
B
C. Reducing Tee
$A = 0.5D + f_o$
$B = 0.5D_o + f_r$

TES LATERALES



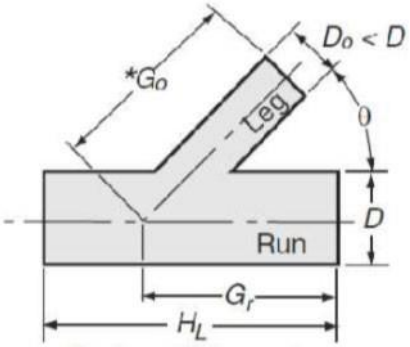
D. Case I Lateral—
Equal Diameters

$$G_o^* = \left(\frac{D}{2\tan(\theta/_2)}\right) + 2f_o$$

$$G_r = \left(\frac{D}{2\tan(\theta/_2)}\right) + 2f_r$$

$$H_L^* = \left(\frac{D}{\sin\theta}\right) + 3f$$

TES LATERALES REDUCIDAS



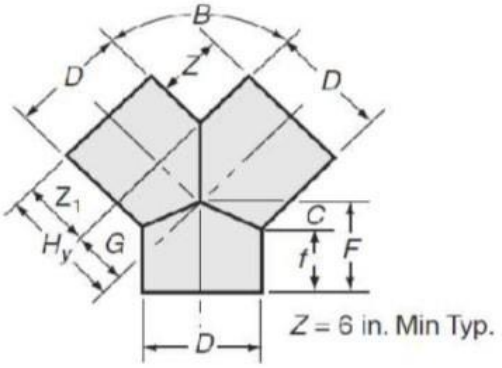
D. Case II Lateral—
Unequal Diameters

$$G_r = \frac{D}{2\tan\theta} + \frac{D_o}{2\sin\theta} + 2f_r$$

$$H_L = G_r + f_r$$

$$G_o = \frac{D}{2\sin\theta} + \frac{D_o}{2\tan\theta} + 2f_o$$

DERIVACION EN Y



E. 90° Wye

$$Z_1 = \frac{f}{\sin\theta/_2}$$

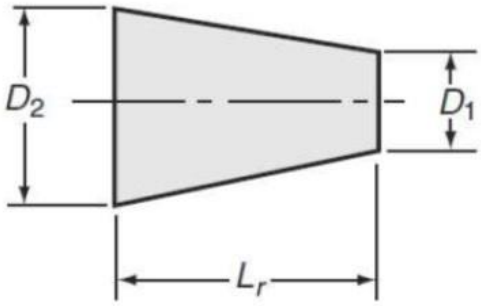
$$C = \frac{\left(\frac{0.5D}{\cos\theta/_2} - 0.50\right)}{\tan\theta/_2}$$

$$G = \frac{0.5D}{\tan\theta/_2}$$

$$F = C + f$$

$$H_y = Z_1 + G$$

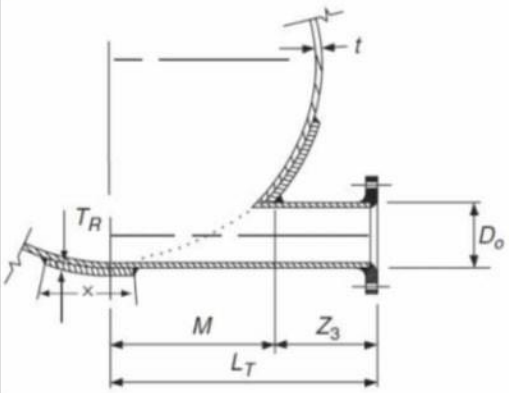
REDUCCIONES



$$L_r = 4(D_2 - D_1)$$

F. Reducer

SALIDAS TANGENCIALES



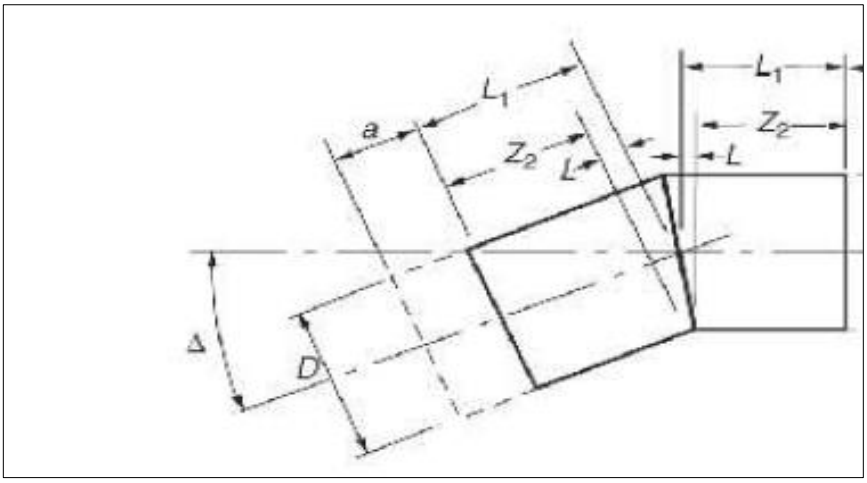
$$\alpha = \arccos\left(\frac{0.5D - D_o}{0.5D + t + T_r}\right)$$

$$M = (0.5D + t + T_r)\sin\alpha$$

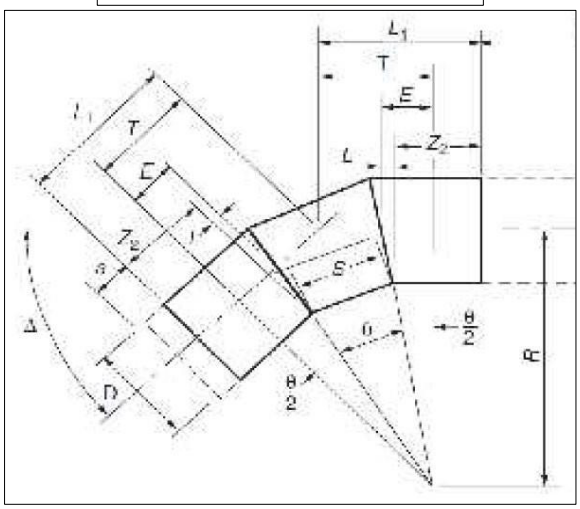
$$Z_3 = \frac{f}{\sin\alpha}$$

$$L_t = M + Z_3$$

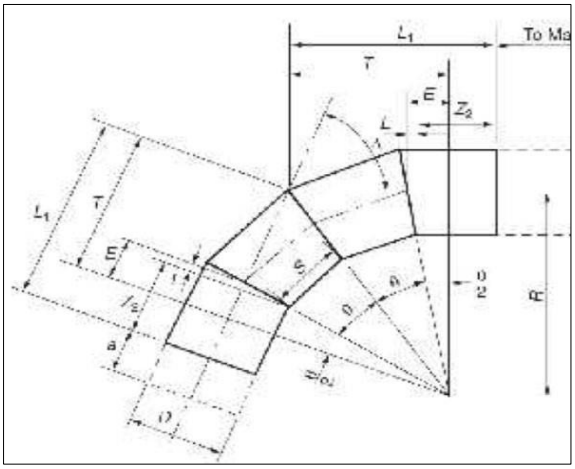
CODOS 0 a 22,5º



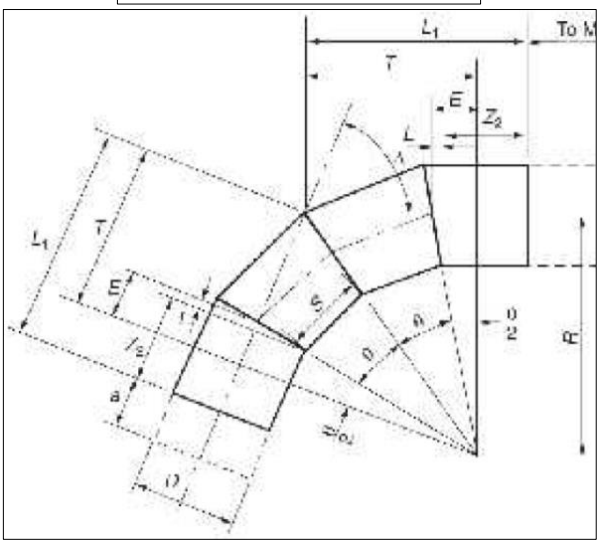
CODOS 22,5 a 45º



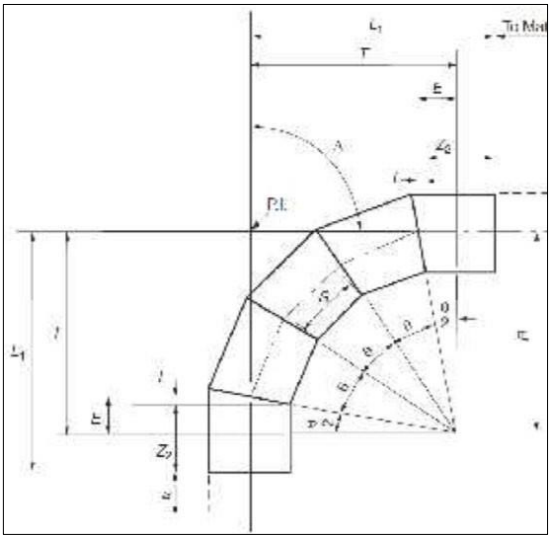
CODOS 45 a 67,5º



CODOS 45 a 67,5º



CODOS 67,5 a 90º



DIMENSIONES PARA CODOS

	Radius R^*		
Dimension	$R = 2.5D$	$R = 1.5D$	$R = D$
S	$4D \tan \theta/2$	$2D \tan \theta/2$	$D \tan \theta/2$
L	$0.5D \tan \theta/2$	$0.5D \tan \theta/2$	$0.5D \tan \theta/2$
T	$2.5D \tan \Delta/2$	$1.5D \tan \Delta/2$	$D \tan \Delta/2$
E	$2.5D \tan \theta/2$	$1.5D \tan \theta/2$	$D \tan \theta/2$
Z_2	f, Table 1	f, Table 1	f, Table 1

En todos los diseños de las piezas especiales, tanto en las piezas más comunes descritas en este apartado, como en otras con diseños más particulares, las diseños indicadas en el **Awwa Manual M11** se supeditan a unas dimensiones mínimas, debiéndose garantizar en todo caso la correcta instalación de las piezas en obra (embocaduras de tubos, conexión de elementos, soldaduras con tubos de HPCH, etc.) así como la correcta ejecución de anclajes de hormigón armado especificados en el plano y anejo correspondiente (dimensiones de anclajes; embocaduras de tubos libres; espacio suficiente para encofrar, atornillar bridas, soldar tubería de HPCC, etc.).

- **La longitud mínima de las tés y cruces será un metro (1).**
- **En los codos, la longitud mínima de cada brazo será 0,7 m**
- **La longitud mínima de los carretes de válvulas de anclaje y de desmontaje será 1,5 m**
- **La longitud mínima de las reducciones será:**
  - **Zona reducida: longitud mínima = 0,3 m.**
  - **Longitud mínima total de la reducción:**
    - Cuando el diámetro mayor de la reducción es 160 mm = 0,75 m
    - Cuando el diámetro mayor de la reducción es 200 mm = 1,25 m
    - Cuando el diámetro mayor de la reducción es 250 mm = 1,25 m
    - Cuando el diámetro mayor de la reducción es 315 mm = 1,50 m

- Cuando el diámetro mayor de la reducción es 400 mm = 1,75 m

3.33.4. GARRAS

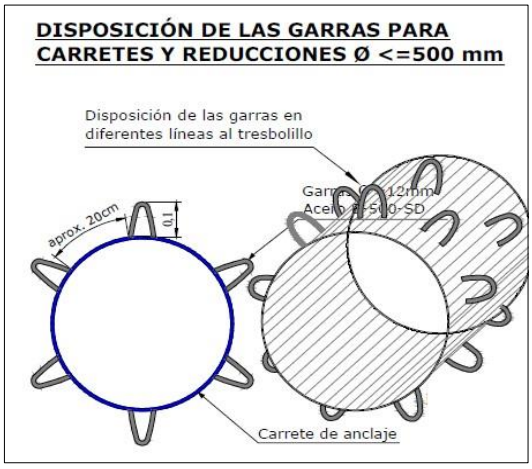
Todas las reducciones y los carretes de anclaje de las válvulas tendrán garras cuya disposición, colocación y número de garras cumplirán lo especificado en los siguientes esquemas.

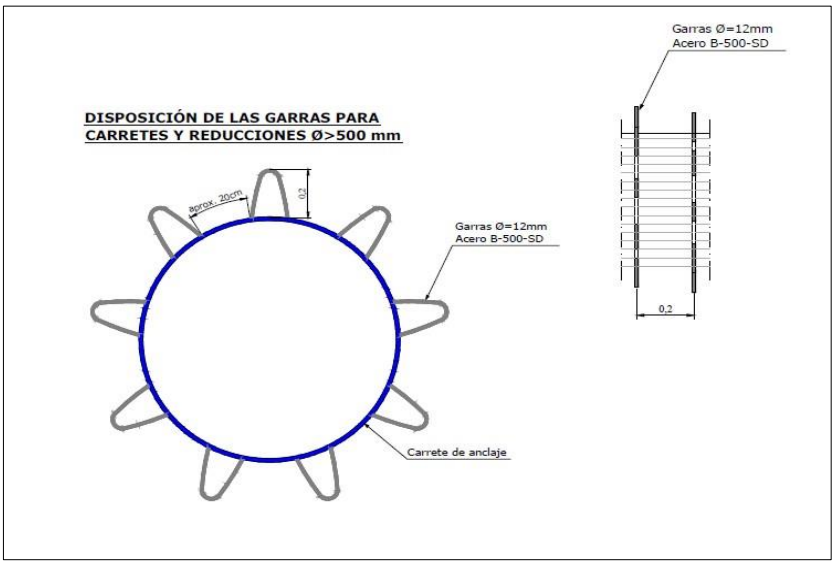
Todas las garras estarán fabricadas con acero corrugado tipo B-500-SD de DN 12 mm y cumplirán la norma EHE-08.

En las piezas especiales de DN menor o igual a 500 mm se colocará como mínimo una fila de garras con 6 garras.

En las piezas especiales de DN mayor de 500 mm y menor de 800 mm se colocará como mínimo una fila de garras con 9 garras.

En las piezas especiales de DN mayor de 800 mm se colocará como mínimo dos filas de garras, cada una de ellas con 9 garras.





En el resto de piezas especiales de calderería que precisen de anclaje de hormigón armado, se colocará al menos una fila de 6 garras para piezas DN menor o igual a 500 mm o de 9 garras para piezas DN mayor a 500 mm.

3.33.5. DEFINICIÓN DE PIEZAS

Previo a la fabricación de una pieza especial, el Contratista realizará el diseño de la misma que será revisado y aprobado por la Dirección Facultativa. No se admitirán piezas especiales que no hayan seguido el siguiente procedimiento:

1. El Contratista presentará a la Dirección Facultativa el diseño de cada pieza mediante planos individuales, debidamente escalados, en planta y alzado, con la localización de la pieza (ramal, pk…) y las características del material utilizado para la fabricación de la misma.
2. La Dirección Facultativa revisará los planos y procederá a su aprobación si procede. En caso de no aprobación, la Dirección Facultativa especificará sobre el mismo plano las modificaciones a realizar en el diseño para que sea rectificado y presentado nuevamente (llamado versión 2 del anterior). El plazo mínimo de revisión de cada entrega de los planos o correcciones de los mismos será de diez días hábiles.
3. La Dirección Facultativa notificará al Contratista el plano aprobado, con fecha, firma y visto bueno.
4. El Contratista realizará el pedido de la pieza especial según plano aprobado por la Dirección Facultativa.

3.33.6. FABRICACIÓN

- Tuberías de acero sin soldadura

El tipo de acero será el que se detalla en la siguiente tabla:

UNE EN 10025:2006	Resistencia mín. a la tracción Rm (N/mm^2)		Límite elástico mínimo Le_{min} (N/mm^2)	
	e ≤ 3	3< e < 40	e ≤16	16 < e < 40
S 235 JR	360 a 510	340 a 470	235	225

La fecha de fabricación de los tubos no será superior a dos meses desde la firma del contrato, pudiendo la D.O. modificar a su criterio esta fecha.

Los tubos se fabricarán en acero y vendrán definidos por el tipo de acero, el diámetro exterior (mm) y el espesor (mm). El fabricante deberá suministrar información adicional sobre la presión de prueba (kg/cm^2) y el peso del tubo (kg/m).

Los datos facilitados por el fabricante serán, al menos, los siguientes:

CERTIFICADO DE MATERIALES, que incluirá lo siguiente:

- Tipo de acero
- Número de colada
- Composición química
- Características mecánicas
- Peso

CERTIFICADO DE FABRICACIÓN, que incluirá lo siguiente:

- Certificación pruebas de presión interior
- Certificado de soldaduras según las normas del Pliego

LISTADO DE EMBARQUE (PACKING-LIST), que incluirá lo siguiente para cada tubo:

- Longitud de cada tubo.
- Peso del tubo desnudo.
- Peso del tubo con tratamiento anticorrosión
- Espesor del tubo

- Tuberías de acero helicoidal

El tipo de acero será el que se detalla en la siguiente tabla:

UNE EN 10025:2006	Resistencia mín. a la tracción Rm (N/mm²)		Límite elástico mínimo Le_{min} (N/mm²)	
	e ≤ 3	3< e < 40	e ≤16	16 < e < 40
S 235 JR	360 a 510	340 a 470	235	225

La fecha de fabricación de los tubos no será superior a dos meses desde la firma del contrato, pudiendo la D.O. modificar a su criterio esta fecha.

Los tubos se fabricarán en acero y vendrán definidos por el tipo de acero, el diámetro exterior (mm) y el espesor (mm). El fabricante deberá suministrar información adicional sobre la presión de prueba (kg/cm2) y el peso del tubo (kg/m).

Los datos facilitados por el fabricante serán, al menos, los siguientes:

CERTIFICADO DE MATERIALES:

- Tipo de acero
- Número de colada
- Composición química
- Características mecánicas
- Peso

CERTIFICADO DE FABRICACIÓN:

- Certificación pruebas de presión interior
- Certificado de soldaduras según las normas del Pliego

LISTADO DE EMBARQUE (PACKING-LIST), que incluirá lo siguiente para cada tubo:

- Longitud de cada tubo
- Peso del tubo desnudo
- Peso del tubo con tratamiento anticorrosión
- Espesor del tubo

- Bridas

Las bridas seguirán lo establecido en la Norma UNE EN 10092-I (equivalentes a las normas DIN2501):

Material: Acero Carbono S235JR

Los tipos de bridas serán los siguientes:

- Bridas Planas – Tipo 01
- Bridas Ciegas – Tipo 05
- Bridas Locas– Tipo 04
- Bridas con cuello para Soldar – Tipo 11
- Brida con Cuello para acoplar y soldar – Tipo 12
- Brida con cuello Roscada – Tipo 13

Las caras de las bridas serán las siguientes:

- Tipo A – Cara Plana (Presión del Cierre en toda la zona de la junta)
- Tipo B – Cara con resalte (Presión del Cierre en la zona del resalte)

- Piezas especiales

Codos

- El radio de Curvatura permitido para los codos será 3 veces el DN.
- Se usan según Norma EN10253-1 (DIN2605) hasta DN500, para DN mayores se realizan codos mitrados.
- Estarán fabricados en acero S235 JR.

Reducciones

- Se usan según Norma EN10253-1 (DIN2616) hasta DN300, para DN mayores se realizan partiendo de chapas cortadas y plegadas.
- Estarán fabricados en acero S235 JR.

General

Cada partida de piezas se acompañará con un dossier de fabricación, que incluirá:

- Fabricante que ha realizado la pieza
- Numero de pieza que indique la trazabilidad (soldaduras, granallado, recubrimientos, ...)
- Día, mes, año y hora de finalización de la pieza
- Planos de todas las piezas fabricadas.
- Certificados de calidad de materiales.
- Procedimientos de soldadura utilizados y soldador.
- Certificado de calidad del proceso de acabado, tanto galvanizado en caliente como pintura.
- Certificado de ensayos de inspección realizados.
- Marca de calidad (en su caso)
- Tornillería

Los tipos de tornillería permitida para la unión de las piezas serán los siguientes:

- Tornillo Hexagonal Rosca Parcial (Norma DIN931)
- Tornillo Hexagonal (Norma DIN933)
- Varilla Roscada (Norma DIN975)
- Tuerca Hexagonal (Norma DIN934)
- Arandela Plana (Norma DIN125)

Las calidades de la tornillería utilizada para todas las uniones serán la 6,8 y la 8,8. El tratamiento de la tornillería será el bicromatado.

- <u>Juntas</u>

Las juntas que se utilizarán para las uniones entre las diferentes piezas y/o tuberías serán las siguientes:

- Juntas de EPDM: de caucho planas (dureza es de 65 +/- 5 Shore según DIN2690)
- Juntas de NBR: de caucho planas (dureza es de 70 +/- 5 Shore según DIN2690)
- Juntas tipo "Klinger" o de cartón: fabricadas a partir de capas de fibras con NBR
- Juntas con alma metálica: de caucho EPDM / NBR con un aro metálico interior, que permiten realizar el cierre con un menor par de apriete

3.33.7. DIMENSIONES

- Tuberías de acero sin soldadura

El diámetro exterior y espesor para todas las tuberías de este tipo y piezas especiales de calderería a intercalar en la red de tuberías, serán los detallados en la siguiente tabla donde se indican para cada diámetro nominal, su diámetro exterior y espesor en mm:

DN	Diámetro exterior (pulgadas)	Diámetro exterior (mm)	Espesor (mm) TUBOS Y PIEZAS
5	1/8”	10,2	1,6
8	1/4"	13,5	1,8
10	3/8”	17,2	1,8
15	1/2"	21,3	2
20	3/4"	26,9	2,3
25	1”	33,7	3,25
32	1 ¼”	42,4	3,25
40	1 ½”	48,3	3,25
50	2”	60,3	4
65	2 1/2”	76,1	4
80	3”	88,9	4
100	4”	114,3	4
125	5”	139,7	4
150	6”	168,3	4,5
175	7”	193,7,0	5,4
200	8”	219,1	6,3
250	10”	273,0	6,3
300	12”	323,0	6,3
350	14”	368,0	6,3
400	16”	419,0	6,3

Con unas tolerancias permitidas en la medida de los diámetros exteriores será de:

- Diámetros hasta 50 mm: +/- 0,50 mm
- De más de 50 mm: +/- 1,0%

Las tolerancias en espesores de pared admisibles son para el diámetro exterior nominal:

- Tubos con diámetro exterior de hasta 130 mmm +/- 10,0%
- Tubos con diámetro exterior mayor a 130 mmm y menor a 325 mm +/- 12,50%

- Tubos con diámetro exterior mayor a 325 mmm y menor a 400 mm +/- 15,0%

Las medidas del diámetro exterior medio deben realizarse utilizando un circómetro en el que se lea directamente el diámetro en función de la longitud de la circunferencia, con una precisión mínima de 0,1 mm.

Para tubos con espesor de pared mayor o igual a 0,01 d, la diferencia de la forma circular no excederá del 1%, es decir, un ovalado máximo del 2%.

Los espesores de pared serán solicitados dentro del rango ofertado por el fabricante, siempre y cuando satisfagan lo prescrito en el documento de proyecto.

La longitud del tubo procedente de fábrica será generalmente de 4 A 7,50 m, debiendo ser el 90% de la cantidad de los tubos suministrados más largos que el 75% de la longitud de fabricación acordada, pero ningún tubo más corto que el 40% de la longitud de fabricación. La medida prescrita se cumplirá con una diferencia de ☐ 500 mm.

En los pesos de los tubos, que serán detallados por el fabricante, serán admisibles las siguientes diferencias: +12/-8 % para un tubo suelto o +10/-5 % para una carga de vagón de, por lo menos, 10 toneladas.

- <u>Tuberías de acero helicoidal</u>

El diámetro exterior, conforme a la Normas API 5L:2000 y prEN 10224, será alguno de los detallados en la siguiente tabla:

DIÁMETROS (mm)	
406,4	1.270,00
457	1.321,00
508	1.422,00
559	1.524,00
610	1.626,00
660	1.727,00
711	1.829,00
762	1.930,00
813	2.032,00
864	2.134,00
914	2.235,00
1.016,00	2.337,00
1.067,00	2.438,00
1.118,00	2.540,00
1.168,00	2.642,00
1.219,00	2.743,00

Con unas tolerancias permitidas de:

- ± (0,005d+1) mm, para diámetros exteriores entre 200 y 1000 mm
- 6 mm, para diámetros exteriores superiores a 1000 mm

Las medidas del diámetro exterior medio deben realizarse utilizando un circómetro en el que se lea directamente el diámetro en función de la longitud de la circunferencia, con una precisión mínima de 0,1 mm.

Para tubos con espesor de pared mayor o igual a 0,01 dext, la diferencia de la forma circular no excederá del 1%, es decir, un ovalado máximo del 2%.

Los espesores de pared serán solicitados dentro del rango ofertado por el fabricante, siempre y cuando cumplan como mínimo los espesores de pared especificados para las piezas especiales. Las tolerancias para los espesores de pared se adecuarán a lo detallado en la siguiente tabla:

D ext (mm)	**Tolerancia (mm)**
hasta 3 mm	+0,3 -0,25
de 3 a 10 mm	+0,45 -0,35
Más de 10 mm	-0,5

La longitud del tubo procedente de fábrica será generalmente de 12 m, debiendo ser el 90% de la cantidad de los tubos suministrados más largos que el 75% de la longitud de fabricación acordada, pero ningún tubo más corto que el 40% de la longitud de fabricación. La medida prescrita se cumplirá con una diferencia de ± 500 mm.

En los pesos de los tubos, que serán detallados por el fabricante, serán admisibles las siguientes diferencias: +12/-8 % para un tubo suelto o +10/-5 % para una carga de vagón de, por lo menos, 10 toneladas.

- Piezas especiales

UNE EN 10025:2006	**Resistencia mín. a la tracción Rm (N/mm²)**		**Límite elástico mínimo Le_{min} (N/mm²)**	
	e ≤ 3	**3< e < 40**	**e ≤16**	**16 < e < 40**
S 235 JR	360 a 510	340 a 470	235	225

La utilización de cada tipo de acero en función de los diámetros y timbraje serán los siguientes:

- Acero S 235 JR: diámetros hasta 400 mm y en presiones de 6,10, 16 y 25 atm, siempre según DIN 2248 al igual que sus espesores fijados para esta norma en el capítulo de tuberías de acero sin soldadura.

- Acero S 235 JR: diámetros 406,4 mm a 2.032,0 en PN-6 atm con los siguientes espesores:
    - Diámetros 406,4 mm a 610 mm, espesor 6,40 mm
    - Diámetros 711 mm a 1.016 mm, espesor 8,0 mm
    - Diámetros 1.118 mm a 1.524 mm, espesor 10,0 mm
    - Diámetros 1.626 mm a 2.032 mm, espesor 12,0 mm
- Acero S 235 JR: diámetros 406,4 mm a 2.032,0 en PN-10 atm con los siguientes espesores:
    - Diámetros 406,4 mm a 610 mm, espesor 6,40 mm
    - Diámetros 711 mm a 1.016 mm, espesor 8,0 mm
    - Diámetros 1.118 mm a 1.524 mm, espesor 10,0 mm
    - Diámetros 1.626 mm a 2.032 mm, espesor 12,0 mm
- Acero S 235 JR: diámetros 406,4 mm a 1.219,0 en PN-16 atm con los siguientes espesores:
    - Diámetros 406,4 mm a 762 mm, espesor 6,30 mm
    - Diámetros 813 mm a 914 mm, espesor 8,0 mm
    - Diámetros 1.016 mm a 1.219 mm, espesor 10,0 mm
- Acero S 275 JR: diámetros 1.270 mm a 1.626 en PN-16 atm con los siguientes espesores:
    - Diámetros 1.270 mm a 1.626 mm, espesor 12,7 mm
- Acero S 235 JR: diámetros 406,4 mm a 914,0 en PN-20 atm con los siguientes espesores:
    - Diámetros 406,4 mm a 610 mm, espesor 6,30 mm
    - Diámetros 660 mm a 914 mm, espesor 8,0 mm
- Acero S 275 JR: diámetros 1.016 mm a 1.219,0 en PN-20 atm, espesor 10,0 mm
- Acero S 355 J2 G4: diámetros 1.270 mm a 1.422 en PN-20 atm, espesor 12,7 mm
- Acero X 60: diámetros 1.524 mm a 1.626 mm en PN-20 atm, espesor 12,7 mm
- Acero S 275 JR: diámetros 406,4 mm a 914 mm en PN-25 atm con los siguientes espesores:
    - Diámetros 406,4 mm a 559 mm, espesor 6,30 mm
    - Diámetros 610 mm a 762 mm, espesor 8,0 mm
    - Diámetros 813 mm a 914 mm, espesor 10,0 mm
- Acero S 355 J2 G4: diámetros 1.016 mm a 1.219 en PN-25 atm, espesor 10 mm

- Acero S 355 J2 G4: diámetros 1.270 mm a 1.321 mm en PN-25 atm, espesor 12,7 mm
- Acero X 60: diámetros 1.422 mm a 1.626 mm en PN-25 atm, espesor 12,7 mm

En el caso de tuberías de acero helicosoldado y tuberías de acero sin soldadura, el tipo de acero y espesor que se empleará será el mismo que el de la tubería de acero.

3.33.8. TRATAMIENTOS PARA LA PROTECCIÓN

- Pintura en polvo

Se aplica tanto en las superficies interiores como exteriores de la pieza. Los pasos a realizar son:

1. Granallado de las superficies, rugosidad (SA 2 ½)
2. Calentamiento de las piezas en el horno a 200ºC
3. Recubrimiento de polvo epoxi de 100-120 micras.
4. Polimerizado Instantáneo del Epoxy
5. Recubrimiento de polvo poliéster de 50-80 micras
6. Polimerizado final en horno a 210ºC de Temperatura

- Líquido

Los pasos a seguir para la aplicación interior de las piezas de acero son:

1. Granallado de las superficies, rugosidad (SA 2 ½)
2. Recubrimiento de Pintura epoxi alimentario sin disolventes de 300 micras de espesor de película seca.

El espesor total de la aplicación interior será de 300 micras.

Los pasos a seguir para la aplicación exterior de las piezas de acero son:

1. Granallado de las superficies, rugosidad (SA 2 ½)
2. Recubrimiento de pintura epoxi rico en zinc de 50 micras de espesor de película seca.
3. Recubrimiento de epoxi poliamida de 100 micras de espesor de película seca.
4. Recubrimiento de pintura poliuretano alifático de 50 micras de espesor de película seca. **Color azul RAL 5015.**

El espesor total de la aplicación exterior será de 300 micras.

- Galvanizado

El tratamiento seguirá lo establecido en la norma ISO1461/2010. Los pasos a realizar son los siguientes:

1. Desengrase a 40ºC
2. Baños de decapado
3. Baños de fluxado para facilitar la reacción hierro-zinc
4. Horno de secado 90 / 100ºC
5. Galvanizado en baño de zinc fundido a 450ºC

El espesor total depende del espesor de las piezas de acero:

- Espesor inferior a 1,5 mm: 45 micras
- Espesores entre 1,5 mm. y 3 mm: 55 micras
- Espesores entre 3 mm. y 6 mm: 70 micras
- Espesores iguales o superiores a 6 mm: 85 micras

- Encintado

Los pasos a seguir para realizar el encintado en la pieza de acero son los siguientes:

1. Granallado de las superficies hasta conseguir una rugosidad (SA 2 ½) según Norma UNE 48302, para eliminar polvo, óxido, grasa o cascarilla de laminación.
2. Aplicación de pequeña capa de imprimación, a mano con brocha o rodillo.
3. Sin esperar a que seque la imprimación, se enrolla espiralmente la cinta de color Negro y dimensiones 150 x 61 mm proporcionando una protección anticorrosiva a base de polietileno con un adhesivo de gomas butílicas de gran adherencia.
4. Seguidamente y sobre la cinta, se enrollará en la misma dirección de color blanco (150 x 61 mm). Proporcionando protección mecánica altamente resistente al impacto.

3.33.9. ENSAYOS

- Tuberías de acero sin soldadura

En los métodos de ensayo para la prueba de estanqueidad se seguirá el apartado #6 de la Norma DIN 1626-2.

- Tuberías de acero helicoidal

En los métodos de ensayo para la prueba de estanqueidad se seguirá el apartado #6 de la Norma DIN 1626-2.

- Soldaduras

En la fabricación de las piezas de acero se deben realizar inspecciones de las soldaduras. Los tipos de inspecciones a realizar son los siguientes:

Visual

Es un control no destructivo que controla las soldaduras exteriormente, puede realizarse según UNE EN ISO 17637, and Acceptance criterias s/ UNE EN ISO 5817, class C, o también SEGÚN CODIGO ASME Code, Div.1 Ed.2017 ASME V, Article 9. Acceptance criterias ASME VIII Div.1.

Durante esta inspección se controla:

- Limpieza y repaso (verificar que no haya escoria ni huellas de herramientas)
- Perfil y Dimensiones (Superficie regular, ancho y aguas uniformes)
- Examen Superficial, verificar ausencia de:
    - Grietas
    - Porosidad
    - Faltas de Fusión y Penetración
    - Mordeduras
    - Exceso de Soldadura o de Penetración
    - Empalmes Defectuosos
    - Soldadura Incompleta
    - Inclusiones

Para los criterios de aceptación de los defectos encontrados en las soldaduras se seguirá lo establecido en la Norma UNE EN 5817, B.

Líquidos penetrantes

La inspección por líquidos penetrantes, es un ensayo no destructivo que controla las soldaduras exteriormente. Se realizará según lo establecido en la Norma UNE EN ISO 3452-1 con Acceptance criterias s/UNE EN ISO 23277, ó también según CODIGO ASME Code, Div.1 Ed.2017. ASME V, Article 6 and 24. Acceptance criterias ASME VIII Div.1, Appendix 7 and 8

El ensayo de los líquidos penetrantes debe realizarlo personal cualificado que debe poseer el título necesario.

Radiografías

La inspección por radiografías, es un ensayo no destructivo que controla las soldaduras permitiendo localizar defectos en el interior de la misma.

Las radiografías se realizarán según lo establecido en la norma UNE EN ISO 17636-1. Acceptance criterias s/UNE EN ISO 10675-1, ó también SEGÚN CODIGO ASME Code, Div.1 Ed.2017 ASME V, Article 2. Acceptance criterias ASME VIII Div.1.

Para realizar las radiografías el personal cualificado debe de contar con titulación para trabajar con equipos de rayos X.

El Director de Obra establecerá el tipo o tipos de inspecciones de soldaduras a realizar en las piezas de acero exigiendo la documentación necesaria del fabricante que lo acredite.

Granallado

Se realiza el ensayo según la Norma UNE EN ISO 8501-1. La prueba consistirá en realizar una Inspección Visual del Granallado de las piezas, comprobando que queda una superficie libre de óxido.

Rugosidad

Es un ensayo de Rugosidad de la Superficie que se realizará según Norma ISO8503-I. Se realiza de manera manual con los ojos cerrados, es decir, se palpará la superficie de la pieza y luego las diferentes placas del RUGOTEST hasta encontrar una coincidencia.

Para la superficie de Acero Carbono para pintar se usa el RUGOTEST Nº 3.

Medición espesor

1. Se realizará la medición según la Norma UNE EN ISO 2808:
2. Inicialmente se realiza una inspección visual del estado de la pieza. Para ello se comprueba que el tratamiento tiene buen aspecto, es decir, que éste es homogéneo a lo largo de toda la pieza y que no tiene ningún defecto superficial como pueden ser la pintura agrietada, con goterones, etc.
3. Antes de realizar las mediciones se comprueba que la pintura, está seca al tacto.
4. Las mediciones se van a realizar utilizando un aparato de medición de micras. Los valores individuales entre el 80% y el 100% del espesor nominal de película seca son aceptables, siempre que la media global sea igual o superior al espesor nominal.

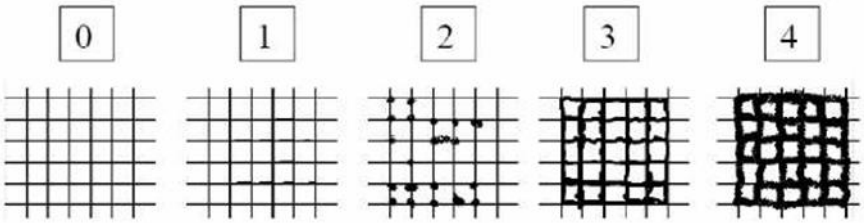
Adherencia

Por rallado: se realizará según la Norma UNE EN ISO 2409. Para determinar la adhesión se utiliza el ensayo de corte por enrejado. Dicho ensayo conlleva el rayado de la superficie pintada, con un aparato de corte manual multicuchilla MODELO A-29, con peines intercambiables que varían en función de la separación que exista entre las seis cuchillas que los forman, la utilización de uno u otro es función del espesor del revestimiento de pintura.

- De 60 a 120 micras: 2 mm
- Más de 120 micras: 3 mm

Los pasos para realizar el ensayo de adherencia por rallado son:

1. Posicionar el tipo de peine adecuado según la tabla anterior, en función de las micras de la pintura.
2. Rayar la superficie pintada en dos sentidos perpendiculares (90º), de tal forma que quede el rayado en forma de cuadrícula.
3. Se colocan tiras de cinta adhesiva hasta ocupar toda la zona rayada y seguidamente se levantará esa cinta.
4. Se examinará cuidadosamente la parte cortada del revestimiento sometido a ensayo bajo una buena luz, a simple vista o con la ayuda de una lente.
5. Se aceptarán aquellas probetas que se muestren en las categorías 0-1.



Por pull-off: El ensayo se realizará según UNE EN ISO4624/ISO 16276-1. Es un ensayo destructivo y por lo tanto se deberá de realizar en probeta.

Consiste en medir la fuerza a realizar para desprender el tratamiento de la probeta. Los valores necesarios para dar por apto un tratamiento dependerán de éste, como norma general para los tratamientos de varias capas deben igualar o superar los 3 Mpa.

Los pasos para realizar el ensayo de adherencia por pull off son:

1. Limpiar la superficie de la probeta
2. Pegar con pegamento de 2 componentes los Dollys
3. Tras el secado quitar el pegamento de alrededor de los Dollys
4. Colocar el pull off y girar la palanca. Conforme la palanca se gira el indicador calibrado ira cambiando y marcando la fuerza realizada por éste.
5. Girar la palanca hasta que se levante el testigo o Dolly, el resultado será el que marque tras ese momento el aparato.

3.33.10. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

- TRANSPORTE
  - Se fijarán con correas enlonadas que mantendrán las piezas atadas a la caja del camión.
  - El piso y los laterales de la caja de los camiones han de estar exentos de protuberancias o cantos rígidos y agudos que puedan dañar a los tubos o accesorios.
  - Cuando se carguen tubos de diferentes diámetros, los de mayor diámetro tienen que colocarse en el fondo para reducir el riesgo de que se deterioren los tubos.
  - Los tubos no tienen que sobresalir de la caja del camión por la parte posterior, más de un metro.
- ALMACENAMIENTO
  - Cada pieza será convenientemente recubierta mediante plástico de burbujas y calzada de tal forma que no sufra oscilaciones durante su transporte. Cuando se transporten varias de estas piezas en la caja del camión cada pieza deberá disponer de un distanciamiento libre de 20 cm ante cualquier otro objeto.
  - Se evitará que los accesorios sufran:
    - Sacudidas
    - Caídas desde el camión
    - Arrastrados o rodarlos largas distancias
  - El tiempo de acopio será inferior a 1 mes en caso de que los accesorios acopiados estén a cubierto, de no estar bien protegido el acopio frente a condiciones externas no se permitirá una permanencia de almacenamiento mayor a dos semanas.
  - El lugar destinado para colocar las piezas debe estar nivelado y plano y estar exento de objetos duros y cortantes, con el fin de evitar rodamientos, que podrían llegar a deteriorar los elementos.
  - Las juntas de las bridas utilizadas para la unión de piezas especiales deben ser almacenadas libres de cualquier deformación en un lugar fresco y seco, protegidas del contacto de aceites y sustancias perjudiciales y de la exposición directa a la luz solar y nunca podrán ser retiradas de su lugar de almacenaje hasta el momento de su colocación. Cuando las temperaturas ambientales sean bajo cero, las

juntas deberán ser almacenadas a 10º C o más para facilitar su instalación.

MANIPULACIÓN Y MONTAJE

- Los recubrimientos deberán estar bien adheridos y recubrir uniformemente la totalidad de los contornos de las piezas especiales, constituyendo superficies lisas y regulares, exentas de defectos tales como cavidades o burbujas.
- Las piezas antes de la aplicación de cualquier tipo de recubrimiento que se hiciera deberán estar secas y exentas de óxido, arena, escoria y otras posibles impurezas, debiendo efectuar una cuidadosa limpieza en caso de la existencia de algunos de estos componentes.
- El trasporte desde el acopio hasta pie del tajo se realizará con medios mecánicos evitando excesos de velocidad y fuertes frenadas que pudieran mover la carga transportada y deteriorarla.
- El contratista estará obligado a comprobar que el equipo mecánico encargado del desplazamiento y colocación de los tubos tiene suficiente capacidad de carga y que se están cumpliendo las normas de seguridad adecuadas, mantenga la supervisión correcta y cumpla estrictamente las normas y especificaciones nacionales de instalación.
- Todas las caldererías deberán incorporar pasamuros en todos los cruces con muros de arquetas para su correcta colocación.

- <u>ENSAYOS Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN DEL PRODUCTO</u>
  - Cada partida o entrega de material irá acompañado de una hoja de ruta que especifique la naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que lo componen. Tendrá que hacerse con el ritmo y plazos señalados por el Director.
  - Las piezas y accesorios que hayan sufrido averías durante el transporte, o que presenten defectos no apreciados en la recepción en fábrica, serán rechazadas si el D.O lo considera oportuno.
  - El D.O, si lo cree conveniente, podrá ordenar en cualquiera momento la repetición de pruebas sobre las piezas ya ensayadas en fábrica. El contratista, avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estas pruebas, de las que se levantará acta, y los resultados obtenidos en estas prevalecerán sobre los de las primeras. Si los resultados de estas últimas pruebas fueran favorables,

los gastos irán a cargo de la D.O.; de lo contrario corresponderá al contratista que habrá, además, de reemplazar los tubos, piezas, etc., previamente marcados como defectuosos procediendo a su retirada y sustitución en los plazos señalados por el D.O. de no realizarlo el contratista, lo hará la D.O. a cargo de éste.

- Las piezas que no satisfagan las condiciones generales, así como las pruebas fijadas y las dimensiones y tolerancias definidas en este Pliego, serán rechazadas. Cuando una muestra no satisfaga una prueba se repetirá esta misma sobre dos muestras más del lote ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambas es bueno.
- El contratista proporcionará todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas, así como el personal necesario; el Director de obra podrá mandar sustituir los manómetros o equipos medidores si lo estima conveniente.

- <u>INSTALACIÓN</u>
  - El inicio de los trabajos de cada ramal de una red de distribución estará condicionado a la validación de la existencia de las piezas especiales de cada uno de estos en la obra. En caso que eso no sea así, el contratista informará a la Dirección de Obra para que ésta decida la conveniencia o no de iniciar el ramal.
  - Las piezas especiales de cada ramal deberán estar físicamente en la obra para proceder de forma continua al montaje de cada ramal, siendo este punto más crítico en el caso de conducciones de PRFV.
  - El contratista montará las piezas especiales de acuerdo con la disposición dada en los planos con las instrucciones del Ingeniero Director. El contratista suministrará todos los accesorios para las tuberías, mostradas o no en los planos, o pedidos o no en las especificaciones: bridas, anillos de refuerzo, varillas de anclaje, tensores, sistema de soporte para el montaje, etc. Asimismo, suministrará los elementos de montaje y soldadura.
  - Las piezas de calderería tendrán unas dimensiones tales que puedan conectar perfectamente con las tuberías que les correspondan.
  - Las soldaduras a realizar en obra, serán realizadas por soldadores cualificados y en base a las especificaciones de un pliego previamente aprobado por el Ingeniero Director.

- PRUEBA DE INSTALACIÓN
  - Las pruebas de instalación se realizarán de forma que nunca haya en obra más de 1500 m de tubería instalada sin probar, ni tampoco permanezca la tubería instalada más de quince días sin ser probada.
  - La prueba realizada una vez instalado un tramo se realizará según dicte la norma UNE-EN 805; durante la prueba se revisarán todos los tubos, piezas especiales, válvulas y demás elementos comprobando su correcta instalación y que todas ellas permiten la circulación del fluido con el que se realizará la prueba. Durante dicha revisión se comprobará que el relleno parcial está exento de escombros de raíces y de cualquier material extraño que pueda causar problemas, este relleno deberá dejar visible todas las juntas para comprobar que ninguna junta pierde agua.
- OTRAS CONSIDERACIONES (ARQUETAS)
  - La distancia mínima de la generatriz inferior de la calderería de las arquetas a los suelos será de 0,30 m.
  - La distancia mínima de la generatriz lateral de la calderería de las arquetas a los muros será de 0,60 m.
  - En los pasos de conducciones a través de muros, estos se realizarán o bien directamente con la conducción, como por ejemplo en el caso de los tubos HPCC, o con piezas especiales, renombradas pasa muros, como por ejemplo en el caso de los tubos de PVC-O, FD, etc. Estas piezas especiales tendrán como mínimo una longitud igual a la distancia entre las paredes externas de la arqueta más un metro, correspondiendo a los dos tramos de 0,50 m a cada lado de la arqueta.
  - Toda calderería restará a una distancia mínima de 0,30 m de los suelos, y a una distancia mínima de 0,60 m de los muros verticales.

3.33.11. CONTROL, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

- **Este proyecto incluye los precios de las piezas especiales como un porcentaje dentro de la unidad de obra de ml de tubería.**
- Todos los accesorios (codos, tés, colectores, manguitos, empalmes, piezas de ventosas, etc.) incluidos en el metro lineal de tubería incluyen la carga y transporte desde los lugares de acopio a los tajos, su colocación y los medios auxiliares, como juntas y tornillería bicromatada.

- El precio incluye también la unión con tuberías sea por junta elástica, tórica, embridada o de otro tipo, así como otros medios auxiliares para su colocación. En caso de que se precise el soldado de la pieza especial con una tubería de acero, los trabajos de soldado, controles de calidad, repintado, y demás medios auxiliares estarán incluidos en el precio.

En caso de producirse deterioros en el transporte o manipulación la pieza podrá ser rechazada y no abonada. Si la Dirección Facultativa ordena que la pieza sea reparada el precio del abono será disminuido en un 50% del precio unitario que figura en el descompuesto del metro lineal de tubería.

No se efectuará la certificación de ninguna partida de accesorios hasta que su diseño esté aprobado por la Dirección Facultativa, estén correctamente montadas, acabadas y probadas.

Serán a cargo del Contratista, el diseño de las piezas especiales, los ensayos y pruebas obligatorias definidas, tanto los realizados en fábrica como al recibir los materiales en obra y pruebas hidráulicas.

3.34. PASAMUROS METÁLICOS

Chapas

Acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2: 2006.

Revestido

Todos los pasamuros metálicos estarán revestidos tanto el interior como los 4 bordes, tal y como se indica a continuación:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
- Polimerizado en horno a 200ºC.
- Pintado: una capa de pintura en polvo epoxi-poliéster, con espesor mínimo de 120 micras y una segunda capa de pintura en polvo con espesor mínimo de 80 micras. El espesor final medio no será inferior a 200 micras.
- Polimerizado en horno a 210ºC.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204: 2006 de todos los elementos metálicos conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará a la empresa ejecutora en el primer envío 3 probetas

de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control de calidad del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

3.35. ARQUETAS PREFABRICADAS

Las arquetas serán prefabricadas de hormigón armado. Cumplirán lo especificado en el presente pliego para el hormigón y el acero, así como lo especificado en la EHE -08.

La forma y dimensiones de las arquetas cumplirán lo especificado en el anejo y en los planos correspondientes, así como lo especificado en el presente pliego.

Las tolerancias dimensionales admisibles serán de más-menos 0,0150 m.

La distancia mínima que habrá de existir entre las tapas de las arquetas y la parte superior de los elementos en ellas alojados, será de 0,20 m.

Las arquetas se colocarán en obra conforme lo indicado en los planos correspondientes.

Aspecto:

Los elementos prefabricados no presentarán:

- coqueras
- descomposiciones
- fisuras de retracción
- fisuras mecánicas
- discontinuidades

3.35.1. AIREACIÓN MEDIANTE REJILLA

Todas las arquetas prefabricadas deberán incluir sus rejillas de aireación con las dimensiones que se establecen en los planos y en las figuras.

En el caso de arquetas de ventosas dichas rejillas deberán de permitir la entrada de aire necesaria para la admisión de aire de las ventosas según especificaciones del proyecto.

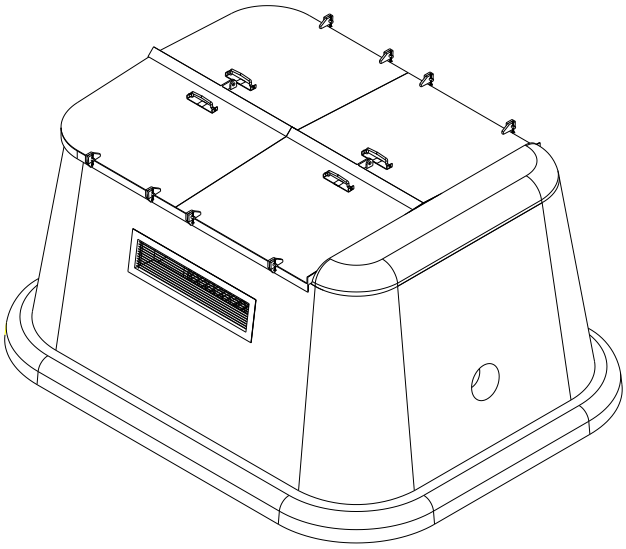
En el caso de arquetas de hidrantes se dispondrán de uno o más orificios (rejillas) laterales que permita la aireación suficiente de la misma para evitar la condensación dentro de la misma.

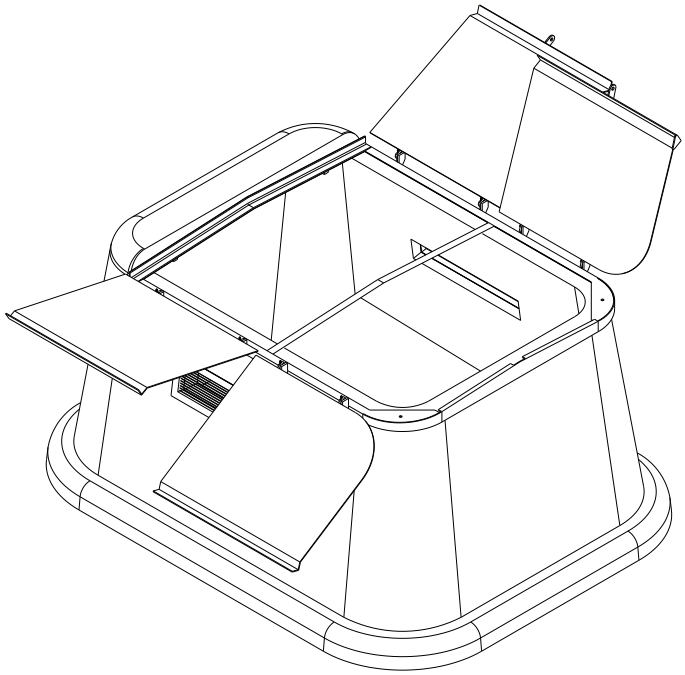
Además, para evitar la entrada de insectos, animales o cualquier intento de sabotaje los orificios o rejillas dispondrán de un elemento de protección.

3.35.2. ARQUETAS DE HIDRANTES

- HIDRANTES DE 3" Y 4"
  - Dimensiones de la arqueta = 1,6 x 1,0 x 0,7 m
  - Volumen de arqueta = 0,367 m^3
  - Volumen de tapa = 0,034 m^3
  - Volumen de hormigón = 0,401 m^3
  - Peso = 1.002 kg
  - fck = 35 N/mm^2
  - fyk = 500 N/mm^2

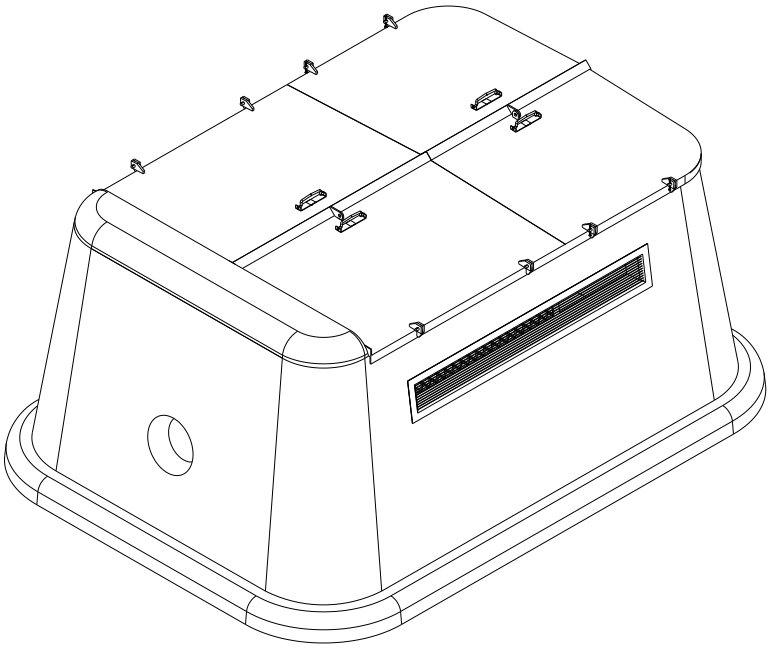
Las características geométricas de dicha arqueta son las indicadas en los siguientes esquemas:





- HIDRANTES DE 6”
  - Dimensiones de la arqueta = 1,98 x 1,0 x 0,75 m
  - Volumen de arqueta = 0,446 m³
  - Volumen de tapa = 0,037 m³
  - Volumen de hormigón = 0,483 m³
  - Peso = 1.207 kg
  - f_{ck} = 35 N/mm²
  - f_{yk} = 500 N/mm²

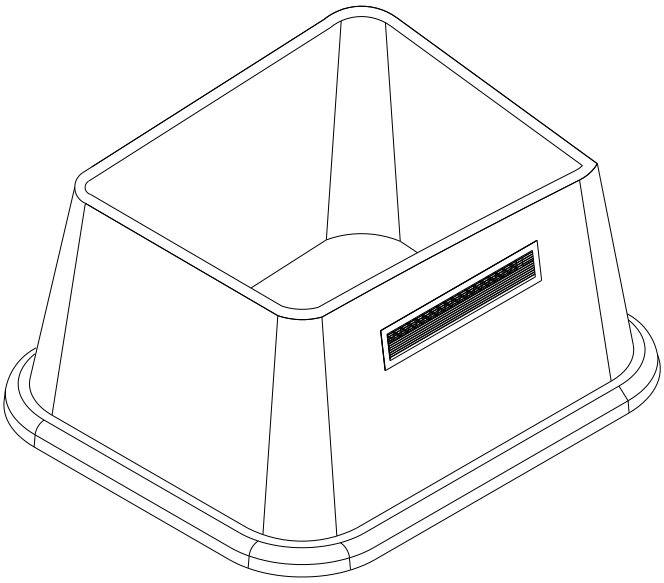
Las características geométricas de dicha arqueta son las indicadas en el siguiente esquema:

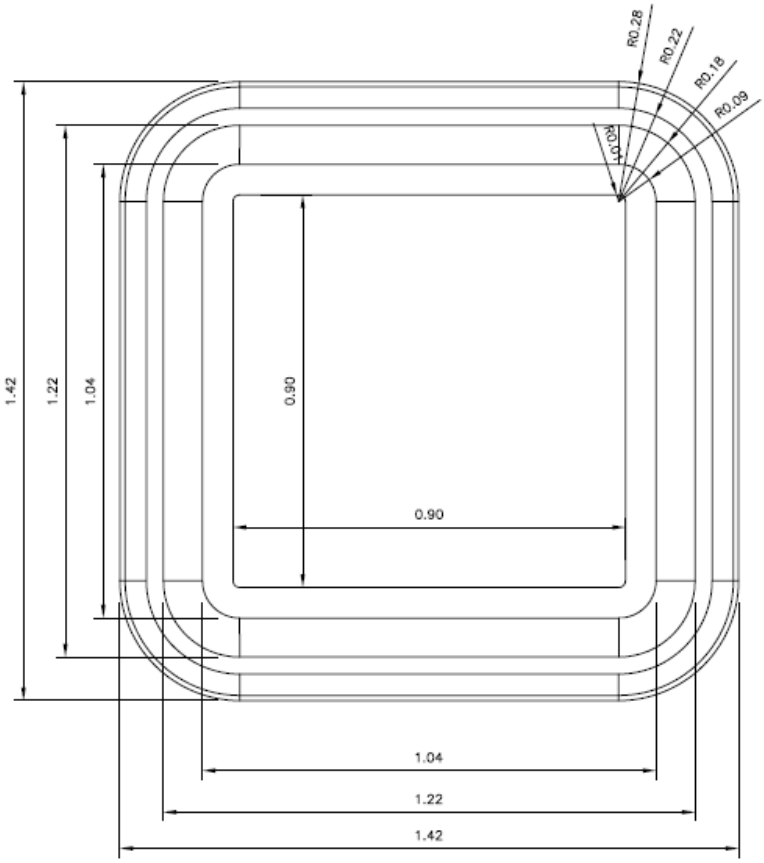


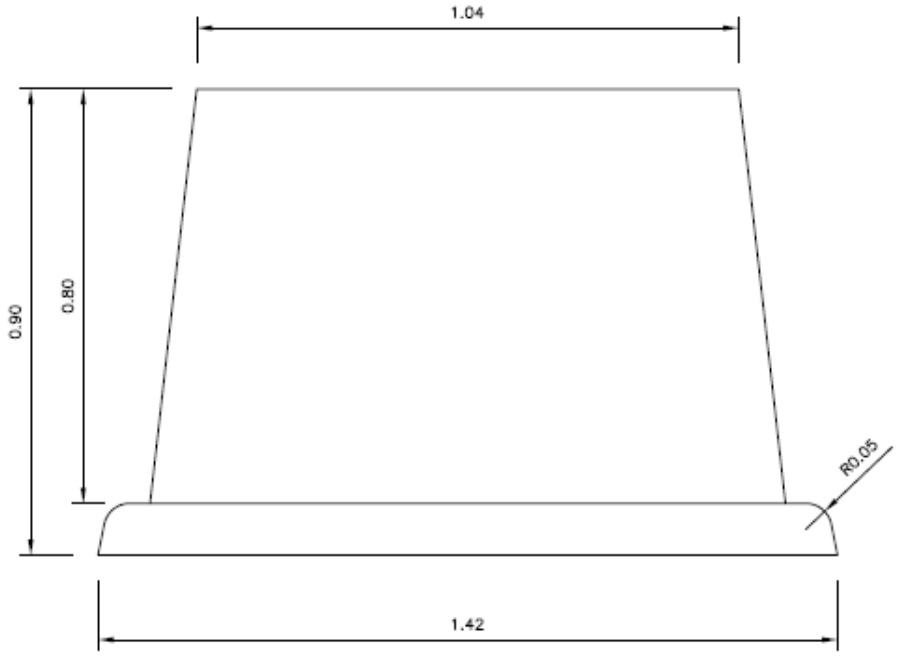
- ARQUETA DE VENTOSAS Y VÁLVULAS
  - Dimensiones de la arqueta = 1,0 x 1,0 x 1,0 m

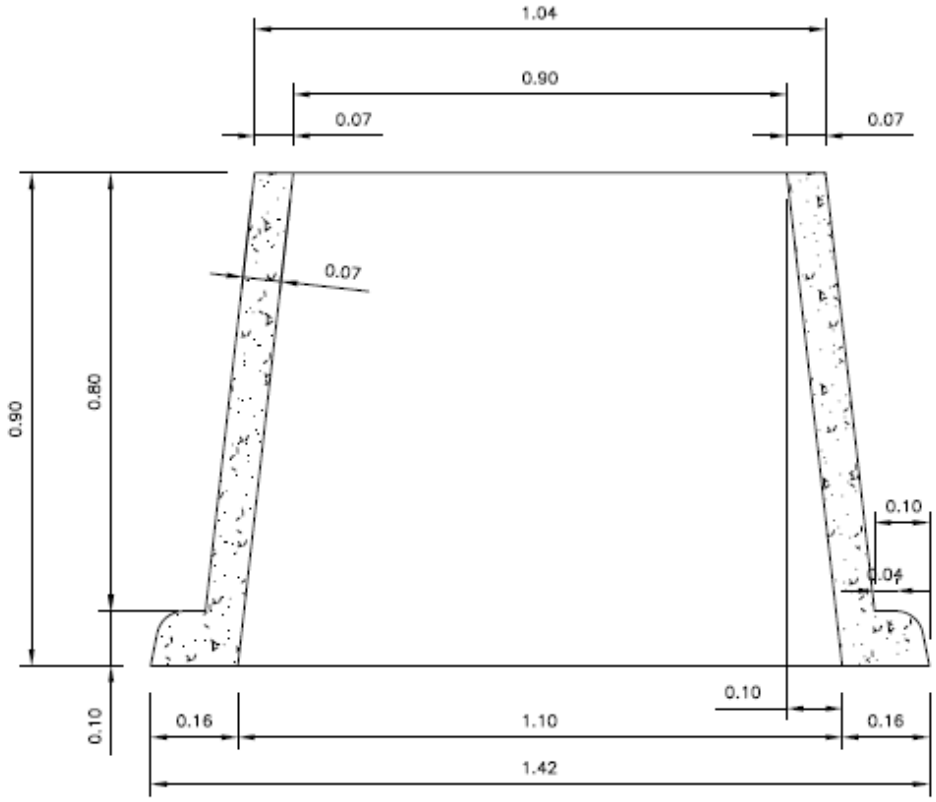
    Para Válvulas ø $\geq$ 900 las dimensiones interiores serán 0,90 x 1,30 x 1,30 m
  - Volumen de arqueta = 0,330 m^3
  - Peso = 825 kg
  - f_{ck} = 35 N/mm^2
  - f_{yk} = 500 N/mm^2

  Las características geométricas se indican en los siguientes esquemas:




R0.28
R0.22
R0.18
R0.09
R0.01
1.42
1.22
1.04
0.90
0.90
1.04
1.22
1.42


1.04
0.90
0.80
R0.05
1.42


1.04
0.90
0.07
0.07
0.07
0.90
0.80
0.10
0.04
0.10
0.10
0.16
1.10
0.16
1.42

- CONTROL DE CALIDAD

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y cumplirá todo lo especificado en el presente pliego y en la EHE-08.

- MARCADO

Todas las arquetas prefabricadas se marcarán mediante plantilla de manera visible, indeleble e inequívoca conforme lo especificado en los planos correspondientes, de forma tal que se pueda garantizar la trazabilidad de cada una de ellas. La pintura empleada para tal fin, será de color negro, resistente al agua y se aplicará mediante brocha, no se aceptará arquetas pintadas mediante spray.

3.36. TAPAS DE ARQUETAS PREFABRICADAS

3.36.1. DISEÑO

- Las bisagras de las tapas se soldarán a la tapa mediante un cordón de soldadura continuo. En el caso de las tapas de las arquetas de hidrante estarán compuestas por cuatro hojas abatibles con apertura de forma consecutiva por superposición de las mismas.
- La fijación de las tapas al cuerpo de las arquetas se realizará mediante perforación y anclaje a la parte superior de las mismas. Este sistema de fijación deberá garantizar la estanqueidad del conjunto tapas-arqueta. En caso contrario deberá disponerse de un sistema de sellado mediante masilla que garantice dicha estanqueidad.
- Las tapas dispondrán de candados que aseguren su cierre. En el caso de hidrantes será como mínimo un número de dos.

3.36.2. MATERIAL

Las tapas serán de acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006 con un espesor igual o superior a los 3 mm.

Proceso de pintado: el proceso de revestido comprenderá las siguientes fases:

- Desengrase electrolítico durante 5-10 minutos
- Lavado
- Decapado en HCl durante 20 minutos
- Desengrase electrolítico durante 3 minutos
- Lavado
- Cincado electrolítico de espesor no inferior a 5 micras, durante 30 minutos
- Lavado

- Pasivado amarillo durante 120 segundos
- Lavado
- Secado durante 10 minutos a 70ºC
- Pintado con pintura de poliéster electrostática en polvo de espesor no inferior a 45 micras en **color verde RAL 6005**
- Secado durante 27 minutos a 235-240ºC

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006 garantizando que las tapas suministradas son de acero S-275-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006, no será necesario realizar el control de calidad de la chapa de acero, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, aportará 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

3.36.3. CANDADOS

Diseño:

- Sistema de doble enganche con tratamiento antioxidación
- Cilindro de alta presión
- Llaves iguales al nº 56716
- Modelo Mar50 n de IFAM o similar
- Resistentes en funcionamiento 3.000 horas en cámara de niebla salina, según norma ASTM B-117

Cuerpo: latón extruido niquelado y cromado

Arco: acero inoxidable AISI 316

Muelles: pasadores de bloqueo y tapa: acero inoxidable

Cilindro: cromado

Llaves: latón niquelado

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norme UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente, de cada uno de los materiales de los que no aporte

el Certificado correspondiente, para que el contratista pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.36.4. CARRETES DE ENTRADA Y SALIDA DE HIDRANTES

La calidad de los materiales que se instalen debe ser de igual o superior a lo especificado a continuación:

Carrete de entrada

El carrete de entrada alojará el purgador de 1", dos válvulas de esfera M-H de 1" y el transductor de presión conforme el siguiente esquema, la longitud del carrete de entrada será en todos los casos de 400 mm.

Tubos: acero al carbono-manganeso tipo S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025:2006 y cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 10220:2004.

Té: fundición roscada de 1" tipo hembra-hembra.

Carrete de salida

El carrete de salida alojará el detector de flujo de 1" y el presostato conforme se indica en los planos correspondientes, la longitud del carrete de salida será en todos los casos de 450 mm.

Tubos: acero al carbono-manganeso tipo S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025:2006 y cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 10220:2004.

Salidas: 2 tubos roscados de 1" tipo hembra.

Revestido de los carretes

El proceso de pintado de los carretes, tanto interior como exteriormente, comprenderá las siguientes fases:

- Desengrase químico a 50-60ºC durante 3-5 minutos
- Decapado con ultrasonidos a 40-60ºC durante 3-5 minutos
- Desengrase químico a 50-60ºC durante 3-5 minutos
- Lavado desmineralizado
- Autodeposición mediante agitación a 20-22ºC durante 90-120 segundos
- Secado en horno a 95-110ºC durante 30-40 minutos
- Pintado con pintura líquida esmaltada en color azul RAL 5017, de espesor superior a 20 micras
- Secado al aire

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos conforme lo especificado en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante

aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente, de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control de calidad de las soldaduras, ranurado y revestido se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas.

3.37. MARCOS, PASOS EN LOSA Y LOSAS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

Hormigón:

Todos los componentes del hormigón cumplirán lo especificado en el presente pliego.

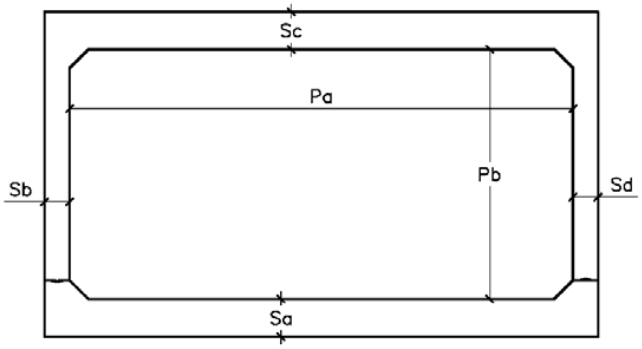
Acero: El acero empleado en barras será del tipo B-500-SD y en mallas B-500-T. Cumplirá lo especificado en la norma EHE-08 para armaduras pasivas.

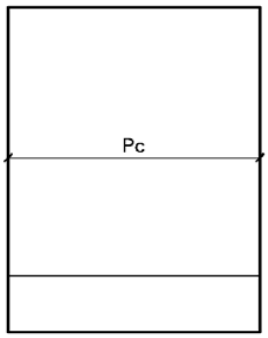
Aspecto: Lo elementos prefabricados no presentarán:

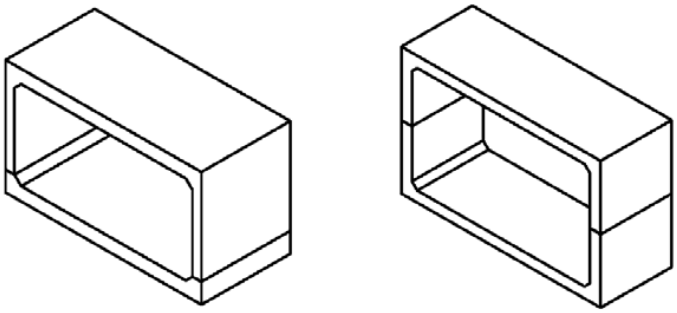
- Coqueras
- Descomposiciones
- Fisuras de retracción
- Fisuras mecánicas
- Discontinuidades

3.37.1. MARCOS

Los marcos prefabricados se ajustarán a las dimensiones especificadas en el presente pliego con una tolerancia de +- 2 por mil en medidas longitudinales y transversales.







– P= Cota principal
– S= Cota secundaria

Dimensiones en cm									
MARCO BIAPOYADO	Pa	Pa Min	Pa	Pb	Pb	Pb Max.	Pc	Pc Min.	Pc Max.
1.50x0.70x2.00	1.50	.48	1.52	.70	0.69	.71	2.00	1.99	2.01
1.50x0.70x4.00	1.50	1.48	1.52	0.70	0.69	0.71	4.00	3.99	4.01
2.00x1.00x1.00	2.00	1.98	2.02	1.00	0.99	1.01	1.00	0.99	1.01
2.00x1.00x2.00	2.00	1.98	2.02	1.00	0.99	1.01	2.00	1.99	2.01
2.00x1.50x1.00	2.00	1.98	2.02	1.50	1.49	1.51	1.00	0.99	1.01
2.00x1.50x2.00	2.00	1.98	2.02	1.50	1.49	1.51	2.00	1.99	2.01
2.00x2.00x2.00	2.00	2.98	2.02	2.00	1.99	2.01	2.00	1.99	2.01
3.00x1.00x2.00	3.00	2.98	3.02	1.00	0.99	1.01	2.00	1.99	2.01
3.00x1.50x2.00	3.00	2.98	3.02	1.50	1.49	1.51	2.00	1.99	2.01
3.00x2.00x2.00	3.00	2.98	3.02	2.00	1.99	2.01	2.00	1.99	2.01
4.00x1.00x2.00	4.00	3.98	4.02	1.00	0.99	1.01	2.00	1.99	2.01

Dimensiones en cm									
MARCO BIAPOYADO	Pa	Pa Min	Pa	Pb	Pb	Pb Max.	Pc	Pc Min.	Pc Max.
4.00x1.50x2.00	4.00	3.98	4.02	1.50	1.49	1.51	2.00	1.99	2.01
4.00x2.00x2.00	4.00	3.98	4.02	2.00	1.99	2.01	2.00	1.99	2.01
5.00x2.00x2.00	5.00	4.98	5.02	2.00	1.99	2.01	2.00	1.99	2.01
6.00x2.00x2.00	6.00	5.98	6.02	2.00	1.99	2.01	2.00	1.99	2.01

MARCO BIAPOYADO	Sa	Sa Min.	Sa Max.	Sb	Sb Min.	Sb Max.	Sc	Sc Min.	Sc Max.	Sd	Sd Min.	Sd Max.
1.50x0.70x2.00	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15
1.50x0.70x4.00	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15
2.00x1.00x1.00	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15
2.00x1.00x2.00	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15
2.00x1.50x1.00	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15
2.00x1.50x2.00	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15
2.00x2.00x2.00	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15	0.1	0.14	0.15
3.00x1.00x2.00	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20
3.00x1.50x2.00	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20
3.00x2.00x2.00	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20
4.00x1.00x2.00	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20
4.00x1.50x2.00	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20
4.00x2.00x2.00	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20
5.00x2.00x2.00	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30
6.00x2.00x2.00	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30

MARCO ARTICULADO	Pa	Pa Min.	Pa Max.	Pb	Pb Min.	Pb Max.	Pc	Pc Min.	Pc Max.
3.00x3.00x2.00	3.00	2.98	3.02	3.00	2.98	3.02	2.00	1.99	2.01
3.00x3.70x2.00	3.00	2.98	3.02	3.70	3.69	3.72	2.00	1.99	2.01
4.00x2.50x2.00	4.00	3.98	4.02	2.50	2.49	2.52	2.00	1.99	2.01
4.00x3.00x1.50	4.00	3.98	4.02	3.00	2.98	3.02	1.50	1.49	1.51
4.00x3.00x2.00	4.00	3.98	4.02	3.00	2.98	3.02	2.00	1.99	2.01
4.00x3.70x2.00	4.00	3.98	4.02	3.70	3.69	3.72	2.00	1.99	2.01
5.00x3.00x2.00	5.00	4.98	5.02	3.00	2.98	3.02	2.00	1.99	2.01
5.00x3.70x1.00	5.00	4.98	5.02	3.70	3.69	3.72	1.00	0.99	1.01
6.00x3.00x2.00	6.00	5.98	6.02	3.00	2.98	3.02	2.00	1.99	2.01
6.00x3.70x2.00	6.00	5.98	6.02	3.70	3.69	3.72	2.00	1.99	2.01

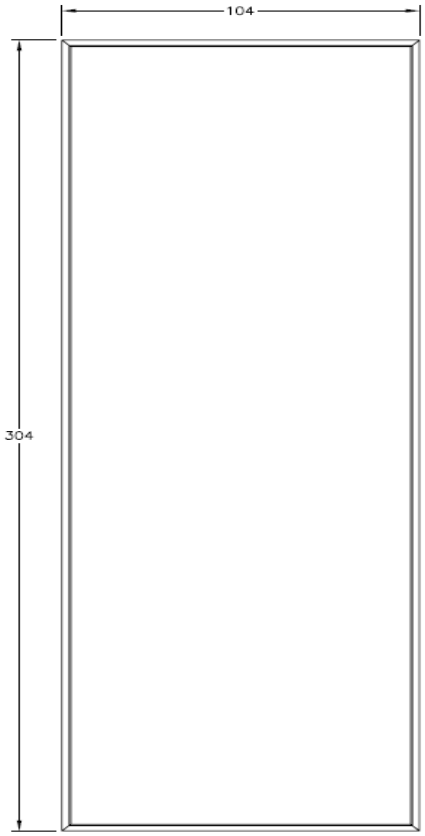
MARCO ARTICULADO	Sa	Sa Min.	Sa Max.	Sb	Sb Min.	Sb Max.	Sc	Sc Min.	Sc Max.	Sd	Sd Min.	Sd Max.
3.00x3.00x2.	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20

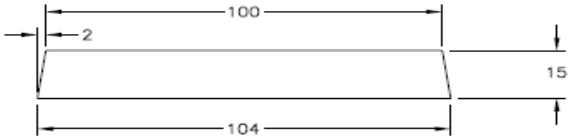
3.00x3.70x2.	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20	0.2	0.19	0.20
4.00x2.50x2.	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20
4.00x3.00x1.	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20
4.00x3.00x2.	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20	0.3	0.29	0.30	0.2	0.19	0.20
4.00x3.70x2.	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30
5.00x3.00x2.	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30
5.00x3.70x1.	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30	0.3	0.29	0.30
6.00x3.00x2.	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30
6.00x3.70x2.	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30	0.4	0.39	0.40	0.3	0.29	0.30

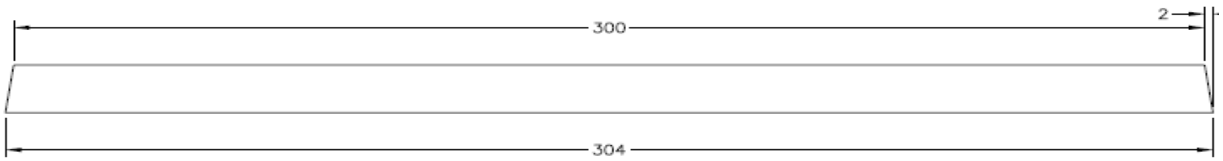
3.37.2. LOSAS PREFABRICADAS PARA PROTECCIÓN DE TUBERÍAS

Las losas prefabricadas se ajustarán a las dimensiones especificadas en el presente pliego con una tolerancia de +- 2 por mil en medidas longitudinales y transversales. Todas las dimensiones están en metros.

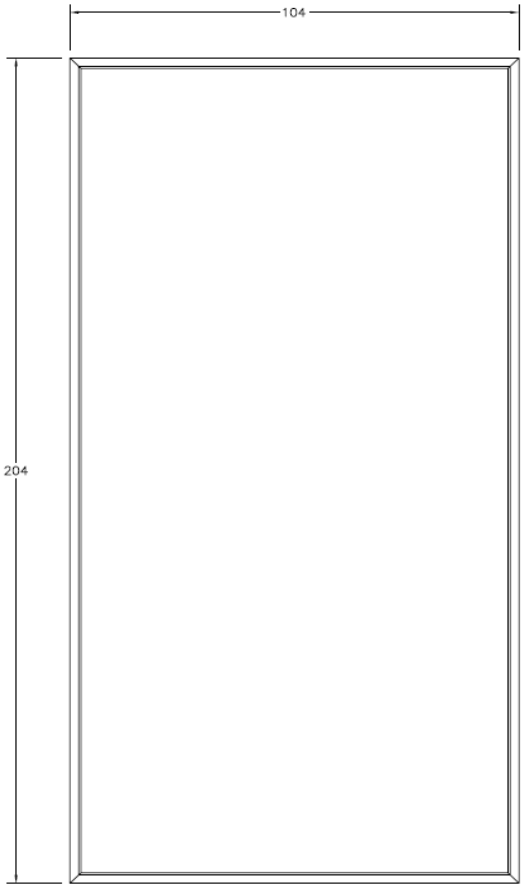
Losa 3,00x1,00x 0,15 m







Losa 2,00x1,00x0,15 ó 1,00x2,00x0,15 m



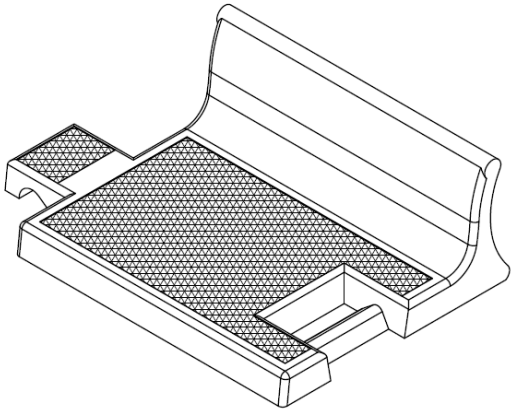
Las losas de protección de la tubería se colocarán en función de lo indicado en la siguiente tabla.

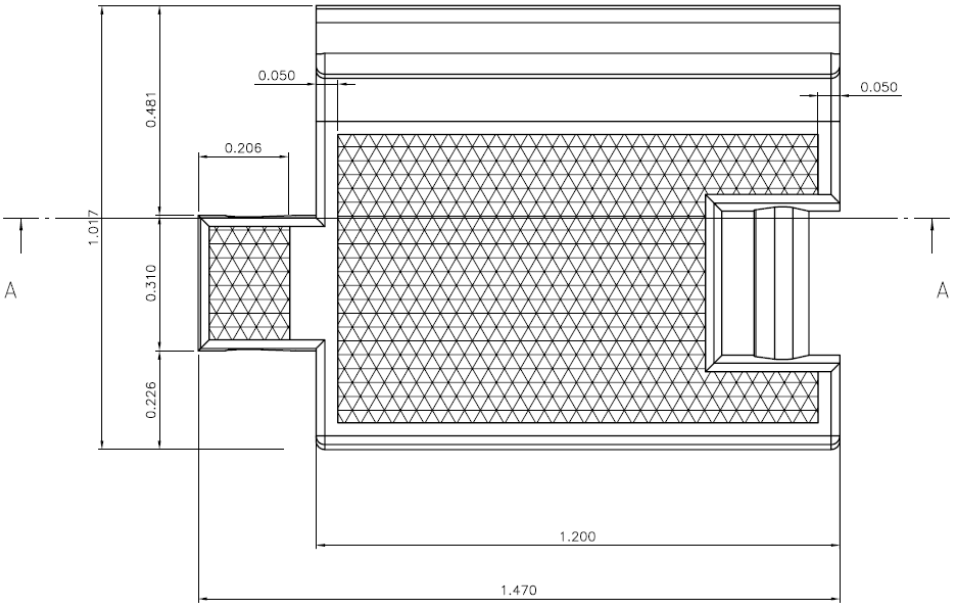
TIPO DE LOSA EN FUNDICIÓN DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA					
TALUDES RECTOS EN EXCAVACIÓN					
DIÁMETRO	BASE DE ZANJA	SUPERIOR DE ZANJA	APOYO SOBRE TERRENO SIN EXCAVAR	ANCHO LOSA MÍNIMO	ANCHO LOSA DEFINITIVO
125	500	500	500	1000	1000
140	500	500	500	1000	
160	500	500	500	1000	
200	500	500	500	1000	
250	500	500	500	1000	
315	500	500	500	1000	
400	700	700	600	1300	2000
450	700	700	600	1300	
500	800	800	600	1400	
600	1000	1000	600	1600	
700	1000	1000	600	1600	
800	1200	1200	600	1800	
900	1300	1300	600	1900	
1000	1400	1400	600	2000	
1200	1600	1600	600	2200	3000
1400	1800	1800	600	2400	
1600	2000	2000	600	2600	

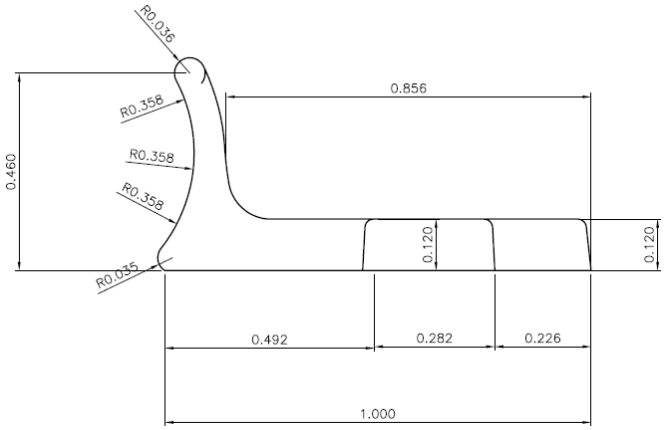
Todas las losas de protección dispondrán de un par de elementos de anclaje embutidas en su cuerpo equidistante y centradamente que permitan su manipulación mediante medios mecánicos.

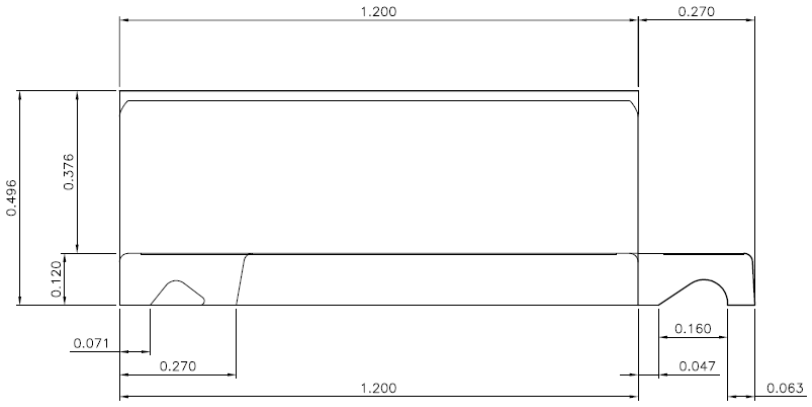
3.37.3. LOSAS PREFABRICADAS O EJECUTADAS IN SITU PARA CORONACIÓN DE BALSA

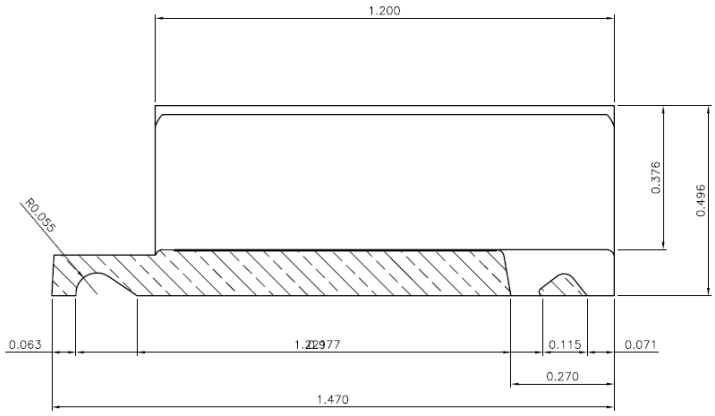
Las losas prefabricadas se ajustarán a las dimensiones especificadas en el presente pliego con una tolerancia de +- 2 por mil en medidas longitudinales y transversales. Todas las dimensiones están en metros.




0.050
0.050
0.481
0.206
1.017
0.310
0.226
A
A
1.200
1.470


R0.036
R0.358
R0.358
R0.358
R0.035
0.856
0.460
0.120
0.120
0.492
0.282
0.226
1.000





Marcado:

Todos los marcos, pasos en losa y losas prefabricadas se marcarán de manera visible, indeleble e inequívoca de forma tal que se pueda garantizar la trazabilidad de cada una de ellas.

El fabricante de los marcos, pasos en losa y losas poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y garantizará documentalmente el cumplimiento del presente pliego.

La barrera ejecutada in situ:

Tendrá la dimensión indicada en los planos

Las caras vistas serán lisas, las aristas no presentará descascarillados ni rebabas, y el color será uniforme

La superficie exterior de la barrera será plana

La barrera acabada no presentará fisuras de anchura superior a 1 mm en un número de tramos superior al 2 %

La sección de la barrera no quedará disminuida en ningún punto por la inclusión de objetos extraños.

El agua y los áridos utilizados en la confección de la mezcla cumplirán las prescripciones de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08

Los áridos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración física o química apreciable bajo las condiciones posibles más desfavorables

El cemento utilizado cumplirá lo siguiente: Tipo CEM I, CEM II/A, CEM II/B-S, CEM II/B-V y CEM III/A, con clase resistente 32,5 o 42,5 y principio de fraguado mayor o igual de 2 horas

La armadura longitudinal cumplirá con las exigencias de la EHE08, y las barras corrugadas será B500 SD, con un solape mínimo de 300 mm o cordón de soldadura de 5 mm de longitud

La base de apoyos será estable y resistente

Se cumplirán las condiciones de hormigonado ya establecidas en este pliego

3.38. ELEMENTOS RANURADOS

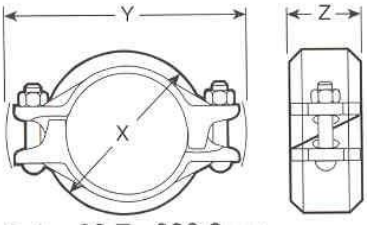
3.38.1. DISEÑO

- Cumplirán con la Directiva de Equipamiento Bajo Presión 97/23/CE para los fluidos del grupo 2.

Acoplamientos rígidos

- Tendrán aprietes angulares y comprobación del cierre tipo metal/metal.
- Cumplirán la presión de trabajo, dimensiones y pesos máximos que se indican a continuación:

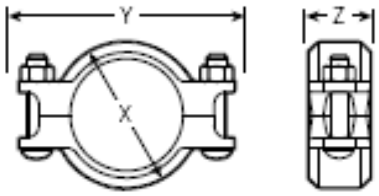
Diámetro exterior (mm)	Presión de trabajo (Bar)	Dimensiones (mm)			Peso (kg)
		A (X)	B (Y)	C (Z)	
114,3	52	157	213	54	2,1
168,3	52	214	289	54	3,7
219,1	28	276	356	62	6,6
273	28	343	425	64	10,6
323,9	28	390	467	64	12
355,6	20	408	505	75	16
406,4	20	467	554	75	17,9
457,2	20	525	607	79	22,3
508	20	582	698	76	26,2
609,6	20	687	803	78	32,1
711,2	17	813	920	127	82
762	17	864	972	127	95
812,8	17	914	1022	127	94
914,4	17	1016	1124	127	96
1016	17	1105	1245	146	123



Acoplamientos flexibles

- Cumplirán la presión de trabajo, dimensiones y pesos máximos que se indican a continuación:

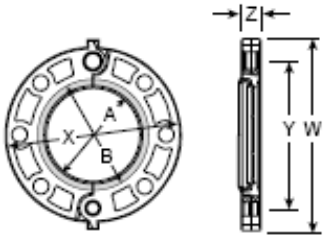
Diámetro exterior (mm)	Presión de trabajo (Bar)	Dimensiones (mm)			Peso (kg)
		A (X)	B (Y)	C (Z)	
114,3	52	157	213	54	2,1
168,3	52	214	289	54	3,7
219,1	28	276	356	62	6,6
273	28	343	425	64	10,6
323,9	28	390	467	64	12
355,6	20	408	505	75	16
406,4	20	467	554	75	17,9
457,2	20	525	607	79	22,3
508	20	582	698	76	26,2
609,6	20	687	803	78	32,1
711,2	17	813	920	127	82
762	17	864	972	127	95
812,8	17	914	1022	127	94
914,4	17	1016	1124	127	96
1016	17	1105	1245	146	123



Adaptadores a brida

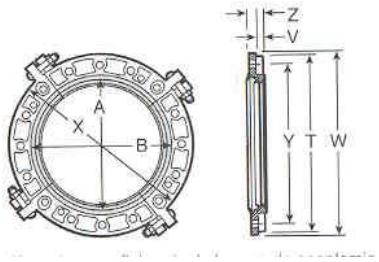
Serán conformes con la norma UNE-EN 1092-1-2:2008 :1998 y cumplirán las dimensiones que se especifican a continuación.

Diámetro exterior (mm)	Dimensiones (mm)			
	W	X	Y	Z
60,30	185	165	125	20
73,0	207	185	145	20
88,9	216	200	160	22
114,3	252	229	180	24
159,0	311	285	240	26
165,1	303	280	240	25



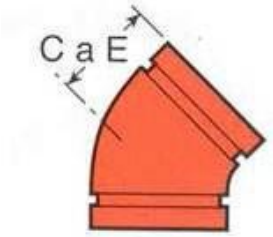
168,3	303	278	240	25
219,1 PN10	369	344	296	30
291,1 PN16	360	340	295	30
273,0 PN10	402	382	350	30
273,0 PN16	432	406	362	30
323,9	461	444	410	32

Diámetro exterior (mm)	Dimensiones (mm)					
	T	V	W	X	Y	Z
355,6	495	22	622	533	476	37
406,4	552	22	689	597	540	37
457,0	572	26	737	648	578	40
508,0	641	30	800	699	635	43
610,0	743	35	914	813	749	49



Codos:

Cumplirán las dimensiones que se especifican a continuación.



Diámetro exterior (mm)	C – E (90°)	C – E (45°)
33,4	57	45
42,4	70	45
48,3	70	45
60,3	83	51
73	95	57
76,1	95	57
88,9	108	64
101,6	114	
108	127	76
114,3	127	76
133	140	83
139,7	140	83
141,3	140	83
159	165	89
165,1	165	89
168,3	165	89
219,1	197	108
273	229	121
323,9	254	133
355,6	280	152
406,4	305	184
457	394	203
508	438	229
609,6	508	280

3.38.2. MATERIALES Y REVESTIDO

Acoplamientos, adaptadores y codos

- Fundición esferoidal ferrítica tipo: DIN 1693 GGG-42, GGG-38/ ASTM A-536-72:grado 65-45-12 / UNE 1563:98/A1:2002 SS-32.

Junta

- EPDM, grado de dureza IRDH 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006

Tornillería

- Acero al carbono zincada en caliente de color dorada, conforme ASTM A-449 y ASTM A-183.

Revestido, acoplamientos, adaptadores y codos

- Galvanizado en caliente realizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:99 de espesor medio superior a 90 micras y con un espesor local no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99

3.38.3. CONTROL DE CALIDAD

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos y Certificado de Calidad de Producto conforme lo especificado en el presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad de los mismos, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y aportará con el primer envío: 3 acoplamientos flexibles, 3 acoplamientos rígidos, 1 codo y 1 adaptador a brida, para la realización de los controles que la empresa ejecutora considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En cuanto al revestido y ranurado cumplirán lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

3.39. PURGADORES DE HIDRANTE

3.39.1. MATERIALES

Los purgadores cumplirán la Directiva de Equipamiento bajo Presión 97/23/CE, poseerán mecanismo de autolimpieza, su capacidad de purga será de 160 m^3/h a 16 bar, purga de 100 m^3/h a 10 bar, rosca macho cilíndrica conforme la norma UNE-EN ISO 228-1:2003 (BSP) y tamaño del orificio de 12 mm^2

Los componentes del purgador serán de calidad igual o mayor a lo especificado a continuación.

Cuerpo: nylon poliamida + 33% de fibra de vidrio GF.

Goma: EPDM de dureza 56 Shore, conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006

Posicionador: nylon 66 Zytel.

Flotador: polipropileno expandido.

Junta: buna-N con dureza de 70 Shore, conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006.

Base: nylon poliamida y 33% de fibra de vidrio.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Producto conforme la norma UNE-EN 1074:2001 en vigor emitido por organismo Autorizado o Autoridad competente, no será necesario realizar un control de calidad de los purgadores, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá certificado ISO 9001 en vigor y realizará los ensayos que se exponen a continuación.

3.39.2. ENSAYOS

Si el fabricante posee Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 1074:2001 aportará los resultados de los ensayos obtenidos con cada envío de purgadores, en caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 y realizará los ensayos que se exponen a continuación conforme la norma UNE-EN 1074:2001.

Resistencia Mecánica

- Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión.
- Resistencia del obturador a la presión diferencial.

Estanquidad

- Estanquidad de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión:

  - Estanquidad a la presión interior.
  - Estanquidad a la presión exterior.
- Estanquidad del asiento:
  - Estanquidad del asiento a una presión diferencial elevada.
  - Estanquidad del asiento a una presión diferencial baja.

Características neumáticas

- Función de salida de aire.
- Función de entrada de aire.
- - Función de desgasificación.

Resistencia a la fatiga

- Resistencia a la fatiga con función de entrada y/o salida de aire.
- Resistencia a la fatiga con función de desgasificación.
- Ensayo de apertura después de un cierre prolongado.

3.39.3. MARCADO

Los purgadores estarán marcados de manera visible e indeleble con la siguiente información mínima.

- PN
- Identificación del fabricante
- Norma aplicada

3.40. CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO

Los caudalímetros cumplirán como mínimo las siguientes características.

Diseño:

- Directiva de Equipamiento bajo Presión 97/23/CE para los fluidos del grupo2.
- Bridas de caras planas conforme la norma UNE-EN 1092-1-2:2008 (ISO 7005-2) Distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2008+A1:2012 serie 20.
- Clase metrológica B.
- Error máximo admisible entre el caudal mínimo y el caudal de transición: +-5%.
- Error máximo admisible entre el caudal de transición y el caudal máximo: +-2%.

Sensor electromagnético:

El sensor electromagnético cumplirá lo especificado a continuación:

- Diseño: sensor magnético-inductivo provisto de sistema inteligente de identificación Sensorprom.
- Ejecución: compacta o con el amplificador separado del tubo mediante kit mural.

- Conexión: bridas PN 10 conforme la norma UNE-EN 1092-1-2:2008 (ISO 7005-2).
- Protección ambiental: IP 67.
- Alcance de medida máximo: a velocidad de flujo de 10 m/s.
- Alcance de medida mínimo: a velocidad de flujo de 0,25 m/s.
- Temperatura de trabajo: -5 a +70 ºC.
- Electrodo de puesta a tierra y de medida: incorporado.
- Material de los electrodos de puesta a tierra y de medida: Hastelloy C276.
- Material del tubo de medida: acero inoxidable AISI 304.
- Material de las bridas y la carcasa: acero al carbono ASTM 105.
- Revestido interior de los tubos y bridas: goma dura NBR.
- Revestido exterior bridas y carcasas: epoxy.
- Pasacables: rosca M20x1,5.

Convertidor:

El convertidor cumplirá lo especificado a continuación:

- Diseño: convertidor magnético-inductivo, con autodiagnóstico, apto para servicio de recetas, para conectar a los tubos de medida con campo magnético de corriente continua chopeada.
- Formato: en carcasa campo, para montaje sobre el tubo o en la pared.
- Dirección de medida del flujo: uni o bidireccional, a elección.
- Precisión de medida: 0,25 % del caudal.
- Protección ambiental: IP 67.
- Salida analógica: 1 de 0/4 a 20 mA.
- Capacidad de carga: hasta 800 Ohmios.
- Salida digital: 1 de frecuencia de 0 a 10 KHz.
- Salida de pulsos: 1 activa y 1 pasiva para conectar a totalizadores externos o entradas de PLC.
- Entrada digital: 1 para arranque o puesta a cero de los totalizadores internos.
- Salida de relé: 1 contacto conmutado para señalización de valor límite o estados de funcionamiento.
- Comunicaciones posibles: Hart, Profibus PA o DP, Modbus RTU/RS485, CANopen y DeviceNet
- Totalizadores: incluidos 2 de 8 dígitos para flujo, reflujo y neto.
- Posibilidad de añadir módulos de comunicación.
- Indicador local: incluido, retroiluminado, alfanumérico, con 3 líneas de 20 caracteres en 11 idiomas seleccionables.

- Identificación de tubo vacío: incluida.
- Función batch: incluida
- Alarmas de flujo: incluidas 2.
- Ajuste del cero: automático.
- Alimentación: 115/230 V.c.a., 50/60 Hz.
- Material de la carcasa: poliamida reforzada con fibra de vidrio.

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 de empresa y demostrará documentalmente el cumplimiento de las especificaciones de diseño del presente pliego.

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el adjudicatario aportará en el primer envío 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos de cada uno de los materiales que no posea el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas.

Deberá disponer de:

- Certificado de homologación expedido por organismo oficial
- Certificado de verificación ó calibración primitiva expedido por organismo oficial ó laboratorio acreditado oficialmente.

La conexión del caudalímetro deberá ser automática con el arranque de cualquiera de los grupos de bombeo efectuándose entre fases ó fase-neutro de la acometida eléctrica de fuerza. No se alimentará a través de bases de enchufes, tomas de fuerza, instalaciones de alumbrado u otros circuitos eléctricos existentes en la estación de bombeo. La instalación se realizará de acuerdo con lo establecido en la Orden ARM/1312/2009, de 20 de mayo de 2009 (BOE nº128, de 27 de mayo).

3.41. VENTOSAS TRIFUNCIONALES

Las ventosas trifuncionales se regirán por la norma UNE-EN 1074-4, "Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Parte 4: Purgadores y ventosas". Bridas de caras planas conforme la norma UNE-EN 1092-1-2:2002. Distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2008 serie 20.

3.41.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

- CUERPO

A. 1) DISEÑO FUNCIONAL

Es la parte de la válvula en cuyo interior está instalado el sistema de evacuación y/o admisión de aire y de cierre. Será registrable y abierto en su parte superior, donde se cubrirá con la tapa.

En su parte inferior estará la unión con la conducción que en general, será mediante junta de brida autorresistente. Para diámetros iguales o menores de 2" (50 mm) podrán admitirse la unión roscada.

El cuerpo podrá estar preparado para la unión con otros elementos de aeración complementarios, siempre mediante uniones normalizadas.

Interiormente el cuerpo podrá tener nervaduras con el fin de guiar al flotador en su movimiento vertical.

El cuerpo dispondrá de un orificio con cierre de llave por el exterior y unión roscada, situado aproximadamente a nivel de la máxima lámina que el agua pueda alcanzar dentro del mismo, a fin de comprobar la correcta disposición de los sistemas de evacuación y admisión de aire.

A. 2) MATERIALES

El cuerpo será de uno de los siguientes materiales: Fundición nodular de calidades

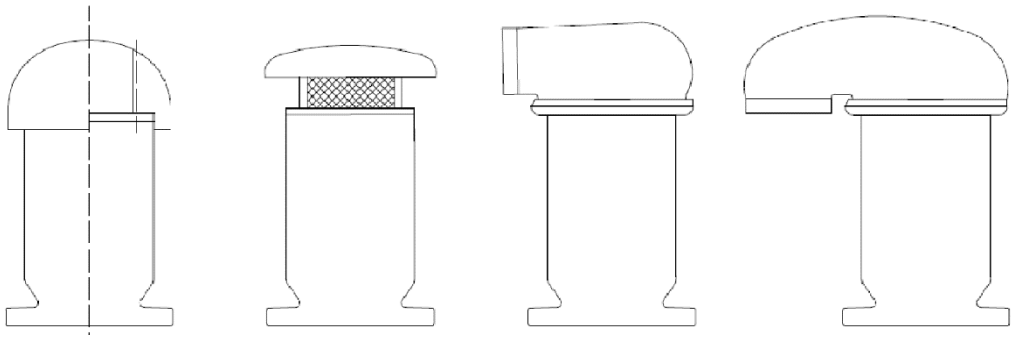
GJS-400-15, GJS-400-18, GJS-500-7 según UNEEN 1563:2012.

- TAPA

B. 1) DISEÑO FUNCIONAL

Es el elemento de cierre entre el cuerpo y el exterior. En general, a través del orificio u orificios de aeración existentes en ella, se realiza la evacuación y admisión de aire. Según la dirección de evacuación del aire se pueden distinguir dos tipologías:

- Salida tipo seta: actúa como deflector o difusor de aire
- Salida dirigida: dirige el flujo de aire bien hacia un lado o bien hacia abajo



Salidas tipo seta, salida dirigida hacia un lado y salida dirigida hacia abajo

Debe existir una junta alojada entre cuerpo y tapa que proporciona la estanquidad entre los mismos.

Deberá ser desmontable para acceder a todos los mecanismos internos y poder llevar a cabo labores de mantenimiento y limpieza en caso de ser necesario.

Opcionalmente, podrá existir una rejilla interior de tal manera que se impida le entrada en la red de elementos externos o insectos. Esta rejilla no dificultará el flujo del aire tanto hacia el interior como hacia el exterior.

B. 2) MATERIALES

La tapa será de uno de los siguientes materiales:

- Fundición nodular de calidades GJS-400-15, GJS-400-18, GJS-500-7 según UNEEN 1563:2012
- Acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4306, 1.4401, 1.4404 ó 1.4435 según UNEEN 10088-1:2015
- La rejilla podrá ser de acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4401, 1.4404 según UNE-EN 10088-1:2015

- <u>FLOTADOR</u>

C. 1) DISEÑO FUNCIONAL

Es el elemento que mediante su movimiento vertical permite el flujo de aire e impide la salida de agua del circuito.

Los flotadores se deben diseñar para resistir la presión a la que son sometidos sin deformación remanente alguna.

En cuanto a la forma, los flotadores deben facilitar el paso del aire, minimizando la superficie de rozamiento para reducir la posibilidad de cierre cinético, existiendo formas esféricas, cilíndricas o compuestas de ambas.

En las válvulas de aducción de aire el disco obturador en su posición de cerrado impide la salida de agua.

C. 2) MATERIALES

El material del flotador en contacto con agua deberá ser inalterable en este medio, al aire y al ciclo aire-agua. Igualmente será impermeable y deberá garantizar la inalterabilidad de sus propiedades físicas.

El flotador será de uno de los siguientes materiales:

- Acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4401, 1.4404 según UNE-EN 10088-1:2015. Materiales plásticos: polipropileno, según UNE-EN ISO 19069-1:2015 o ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) según UNE-EN ISO 2580-1:2003

El disco obturador de las válvulas de aducción será de uno de los siguientes materiales:

- Acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4401, 1.4404 según UNE-EN 10088-1:2015.
- Bronce de calidades CC491K, CC499K o latón CB754S según UNE-EN1982:2009.

- <u>SISTEMA DE ESTANQUEIDAD</u>

D. 1) DISEÑO FUNCIONAL

La estanquidad en posición de cerrado se consigue mediante el contacto entre una junta solidaria al cuerpo interiormente y el flotador o un obturador metálico elevado por una boya. El sistema de estanquidad permitirá en todo caso la sustitución de la junta.

D. 2) MATERIALES

Los elastómeros en contacto con el agua en circulación serán de EPDM (Etileno- propilenodieno) por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento. Deberán cumplir los requisitos para la clase de dureza 60 o 70 y ser tipo WA, para instalaciones de "suministro de agua potable fría" (para consumo humano), según lo indicado en la norma UNE-EN 681-1:1996.

- <u>JUNTAS DE ESTANQUEIDAD</u>

E. 1) DISEÑO FUNCIONAL

Las juntas son dispositivos de estanquidad que deben garantizar el funcionamiento hermético de la válvula en cualquier posición y circunstancia de servicio. Se distinguen:

- Juntas tapa-cuerpo: junta que consigue la estanquidad entre estos dos elementos. En algunos casos, esta junta puede ser la misma que la del sistema de estanquidad.

- Juntas de los enlaces: serán las adecuadas al tipo de enlace y de conducción según la norma UNE-EN 1514-1:1997 para los enlaces de bridas.

E. 2) MATERIALES

Las juntas que forman parte de la válvula serán de alguno de los siguientes elastómeros, en ambos casos según la UNE-EN 681-1:1996 (nomenclatura según norma UNE- ISO 1629:2007):

- EPDM (Etileno-propileno-dieno)
- NBR (Caucho nitrílico)

Los elastómeros en contacto con el agua en circulación serán de EPDM por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento.

En ambos casos deberán cumplir los requisitos para la clase de dureza 60 o 70 y ser tipo WA, para instalaciones de "suministro de agua potable fría" (para consumo humano), según lo indicado en la norma UNE-EN 681-1:1996.

- <u>ELEMENTOS INTERNOS</u>

F. 1) DISEÑO FUNCIONAL

El diseño de la válvula puede incluir una guía, normalmente un eje, para restringir el movimiento horizontal del flotador, mantenerlo bien posicionado y garantizar una correcta estanquidad en el cierre cuando el flotador se encuentra en la parte superior.

La posición más baja del flotador debe estar limitada para permitir el correcto paso del aire. Este fin se consigue mediante topes en el eje, nervaduras interiores del cuerpo o mediante el uso de rejillas o canastas que dificulten en la menor medida posible el paso del aire.

Las válvulas de aducción precisan de un resorte que ayuda a mantener la estanquidad cuando no se necesita introducir aire en el sistema y de un eje que guíe el disco en su movimiento.

En el caso de purgadores pueden precisar del uso de un mecanismo articulado en forma de palancas para mejorar sus prestaciones a alta presión ya que multiplican el efecto de flotación del flotador.

F. 2) MATERIALES

Los materiales empleados deberán ser inalterables a la humedad, al cloro y al ozono. Además, deberán ser suficientemente resistentes para desempeñar su función de manera prolongada en el tiempo. Los materiales a emplear serán:

- Acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4401, 1.4404 según UNE-EN 10088-1:2015.
- Materiales plásticos: polipropileno, según UNE-EN ISO 19069-1:2015 o ABS según UNE-EN ISO 2580-1:2003.

- <u>ENLACES A LA CONDUCCIÓN</u>

G. 1) DISEÑO FUNCIONAL

Los elementos de enlace a la conducción aseguran la continuidad hidráulica y mecánica de ésta. Las uniones en general serán mediante bridas, permitiendo uniones roscadas para 2" (50mm) y 1" (25mm).

Las uniones roscadas deberán cumplir las normas UNE-EN ISO 228-1:2003, UNE-EN 10226-1:2004 o UNE-EN 10226-2:2005.

Las bridas autorresistentes son uniones rígidas capaces de soportar esfuerzos de tracción.

Las bridas de enlace a la conducción y el cuerpo de la válvula conformarán una pieza única, formarán ángulo recto con el eje de circulación del fluido. Estarán taladradas y los orificios para los tornillos de unión estarán distribuidos uniformemente en un círculo concéntrico con el eje de paso y deberán cumplir la norma UNE-EN 1092-1:2008/A1 2015 y UNE-EN10922:1998.

No se admitirán taladros roscados en ninguna de las bridas de enlace que permitan la sujeción mediante simple atornillado, ni diseños (nervios, resaltes, etc.) que dificultan la colocación y desmontaje de los tornillos y tuercas de apriete.

G. 2) MATERIALES

Las uniones serán del mismo material que el cuerpo de la válvula.

- <u>TORNILLERÍA</u>

H. 1) DISEÑO FUNCIONAL

La tornillería presente en una válvula de aeración se puede dividir en:

- Tornillería cuerpo-tapa: elementos de unión entre el cuerpo y la tapa de la válvula.
- Tornillería interna: elementos que forman parte de los sistemas de brazos o ejes.

H. 2) MATERIALES

Los tornillos serán de uno de los siguientes materiales:

- Acero inoxidable según UNE-EN 10088-1:2015, calidad 1.4301 o UNE-EN ISO 3506-1:2010, calidad A2-70.

- Acero de clase 8.8 según UNE-EN ISO 898-1:2010 con recubrimiento anticorrosivo, sólo para tornillos en el exterior del cuerpo.

- PROTECCIONES

El sistema de protección definido a continuación ha de considerarse independiente de los que puedan corresponder al estudio específico de protección general de la instalación a que se incorporen las válvulas.

Todo el material de fundición nodular llevará una protección anti-corrosión interior y exterior a base de una o varias capas de pintura epoxi-poliamida conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 14901:2007. Dicha norma determina que el espesor local mínimo debe ser superior a 200 micras, el espesor medio mínimo igual o superior a 250 micras y en las zonas designadas a continuación se admite un espesor local mínimo de 150 micras:

- Zonas de unión
- Agujeros de pernos
- Marcados autorizados
- Nervaduras Aristas

Previamente a la aplicación de la protección, deberán prepararse las superficies eliminando el polvo, la suciedad y aceites o materias grasas. Se recomienda el sistema de granallado para conseguir una rugosidad homogénea y un endurecimiento superficial. En cualquier caso, el sistema de preparación de superficies deberá alcanzar como mínimo el grado SA 2 1/2 según la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.

El color de la pintura epoxi será azul (PANTONE 3005, RAL 5005, RAL 5007, RAL5010, RAL 5015, RAL 5017) cuando la válvula vaya destinada a la red de abastecimiento de agua para consumo humano y morada (PANTONE 2577, RAL 4001, RAL 4005) para válvulas destinadas a la red de agua reutilizada.

Para cualquiera de las protecciones usadas, deberá tenerse en cuenta el carácter alimentario de agua apta para consumo humano de los recubrimientos a emplear, conforme a lo indicado en el apartado II. Elementos constitutivos.

3.41.2. DIMENSIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Las válvulas se diseñarán para unas presiones de trabajo conformes con la UNE-EN 1074-1:2001. Las válvulas deben tener una designación PN y cumplir los siguientes valores mínimos de presión, establecidos a 20ºC:

PN (BAR)	PFA (BAR)	PMA (BAR)	PEA (BAR)
10	10	12	17
16	16	20	25
25	25	30	35

PFA y PMA se aplican a válvulas en todas las posiciones, desde totalmente abierta a cerrada. PEA sólo se aplica a válvulas que estén totalmente cerradas

- PMF. Presión máxima de diseño: Presión máxima de funcionamiento de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones e incluyendo el golpe de ariete.
- PFA. Presión de funcionamiento admisible: Presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar de forma permanente en servicio.
- PMA. Presión máxima admisible: Presión máxima, incluido el golpe de ariete, que un componente es capaz de resistir en servicio.
- PEA. Presión de ensayo admisible: Presión hidrostática máxima que puede resistir un componente instalado recientemente, durante un periodo de tiempo relativamente corto, para asegurar la integridad y estanquidad de la conducción.
- PN. Presión nominal: Designación alfanumérica utilizada como referencia, y que se relaciona con una combinación de características mecánicas y dimensionales de un componente del sistema de tuberías. Incluye las letras PN seguidas de un número adimensional.
- STP. Presión de prueba de red Presión hidrostática aplicada a una conducción recientemente instalada de forma que se asegure su integridad y estanquidad.

- PRINCIPIOS DE MANIOBRA

Dado que su funcionamiento ha de ser automático, se describe éste para cada una de las tres funciones de la ventosa:

a. Evacuación de aire al llenar la conducción: al efectuar el llenado, el aire se escapa a través del orificio mayor sin que el flotador o el mecanismo de cierre del mismo, cualquiera que sea su forma y disposición, sea arrastrado por la corriente de aire; la fuerza resultante del caudal de aire que circula alrededor del flotador, mantiene en posición de abierto

el orificio de aeración. Al terminar el proceso de llenado, el nivel de agua va ascendiendo en el cuerpo, al igual que el flotador por la fuerza de elevación, hasta producirse el cierre.

b. Purga de aire bajo presión de servicio: durante el servicio habrá una acumulación continua de aire en la ventosa, bajando el nivel de agua en su interior, disminuyendo, por lo tanto, la fuerza de elevación. El flotador desciende dejando libre el pequeño orificio de purga, por donde escapa el aire; al ocupar el agua el espacio que queda vacío, el flotador asciende hasta ocupar la posición de cierre.

c. Entrada de aire al vaciar la conducción: en la operación de vaciado o rotura se produce una diferencia de presiones entre la baja presión interior de la tubería y la presión exterior más alta (presión atmosférica) que puede llegar a producir el aplastamiento de la conducción. Al bajar el flotador por descenso del nivel de agua, queda libre el orificio por donde entra el aire de la atmósfera en la conducción evitando la presión y la formación de vacío.

- CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

Las válvulas se deben diseñar para temperaturas de servicio que vayan desde 0 ºC (sin hielo) hasta 40 ºC, y para temperaturas de almacenaje entre -20 ºC y 70 ºC. Para las válvulas fabricadas con materiales cuyo comportamiento mecánico dependa de la temperatura, las presiones PFA, PMA y PEA se deben establecer a 20 ºC y, si fuese de aplicación, el fabricante y/o las Normas de producto deben proporcionar un factor de reducción (tabla temperatura/presión) para temperaturas más elevadas.

El diseño de la válvula debe cumplir todas las exigencias de las normas UNE-EN 1074-1:2001 y UNE-EN 1074-4:2001.

La superficie mínima de paso del aire en cada sección será la correspondiente al círculo de diámetro DN, tal y como se indica en la tabla siguiente:

DN	**50**	**80**	**100**	**150**	**200**	**250**	**300**	**350**	**400**
CIRCULO DE DIÁMETRO	50	80	100	150	200	250	300	350	400
SUPERFICIE (mm^2)	1.963	5.027	7.854	17.671	31.416	49.087	70.686	96.211	125.664

Para calcular dicha sección mínima se tendrán en cuenta todas las secciones con las restricciones de paso existentes en la válvula, tales como las guías y los

estrechamientos existentes en el interior del cuerpo, los ejes, la tapa, o las rejillas en caso de existir.

Las ventosas vendrán definidas en todo caso por los siguientes datos:

- DN
- PN
- Superficie mínima de paso
- Capacidad de expulsión de aire a presión diferencial de +0,15 bar
- Capacidad de admisión de aire a presión diferencial de -0,35 bar
- Diámetro de purga
- Presión diferencial a la que se produce el cierre cinético

Cualquier otro diseño o variación del mismo deberá ser debidamente justificado por el fabricante y aprobado por la Dirección de Obra.

- CARACTERÍSTICAS NEUMÁTICAS

El parámetro que caracteriza a cada válvula en particular es su capacidad de aeración. La capacidad de aeración de una válvula expresa el caudal de aire que pasa por el orificio de aeración a una presión diferencial determinada que será la siguiente:

- Evacuación de aire: la presión diferencial es positiva, se recomienda limitar dicha presión a +0,15 bar (+0,015 MPa) para dimensionamiento.
- Admisión de aire: la presión diferencial es negativa, se recomienda limitar dicha presión a -0,35 bar (-0,035 MPa) para dimensionamiento.

Las capacidades mínimas (l/s) exigidas correspondientes a los valores de presión diferencial de referencia serán los señalados en la siguiente tabla:

Q. EVACUCACIÓN DE AIRE A + 0,15 BAR (L/S)								
DN 25	**DN 50**	**DN80**	**DN100**	**DN150**	**DN200**	**DN250**	**DN300**	**DN400**
34	150	340	570	1.100	2.100	3.300	4.700	6.400
Q. ADMISIÓN DE AIRE A 0,35 BAR (L/S)								
DN 25	**DN 50**	**DN80**	**DN100**	**DN150**	**DN200**	**DN250**	**DN300**	**DN400**
54	210	480	850	1.900	3.400	5.300	7.600	10.500

La característica declarada por el fabricante debe ser el caudal en función de la presión (capacidad). El fabricante deberá justificar y explicar el procedimiento para la obtención de los valores declarados.

Cuando el caudal se mida según las condiciones definidas en los apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1074-4, no debe ser inferior al 90% del valor

indicado por el fabricante, en dos puntos de la curva, siendo estos puntos indicativos del rango de utilización de la válvula y sus funciones.

El cierre cinético de la ventosa es un fenómeno que se produce cuando durante la evacuación de aire el flotador cierra la válvula antes de la llegada del agua. Esto ocurre debido a que el empuje producido por el aire llega a ser superior al peso del flotador consiguiendo elevarlo. El cierre cinético es un parámetro que dependerá principalmente del diseño de la válvula. Para evitarlo se recomienda limitar la velocidad de llenado de las conducciones de tal manera que se mantengan presiones diferenciales por debajo de 0,15 bar. En todo caso el fabricante deberá declarar, en caso de existir, la presión diferencial positiva que provocaría dicho cierre.

El bloqueo sónico se produce cuando en la admisión de aire se alcanza la velocidad del sonido, a partir del dicho valor, la velocidad y por lo tanto la cantidad de aire admitida, se mantienen constantes.

- CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Las dimensiones de las bridas de enlace a la instalación, serán conforme a las normas UNE-EN 1092-1:2008 y UNE-EN 1092-2:1998.

Para DN ≤ 50 mm, la unión se podrá realizar mediante enlace roscado. La rosca deberá ser normalizada, con rosca exterior en la válvula de aeración, según normas UNE-EN ISO 2281:2003, UNE-EN 10226-1:2004 o UNE-EN 10226-2:2005.

El diseño interior de la válvula deberá ser tal que el área del cirulo de diámetro DN sea la menor de todas las secciones de paso.

- CONTROL DE CALIDAD

La calidad de los distintos componentes deberá ser asegurada mediante un sistema de control de las materias primas y del proceso de fabricación, que garantice el cumplimiento de las prescripciones técnicas de las normas de referencia utilizadas para la producción de los mismos y los requisitos establecidos en los apartados anteriores.

El sistema de gestión de calidad del fabricante deberá ser conforme a la norma UNE- EN ISO 9001:2015, debiendo disponer del correspondiente certificado.

La Dirección de la obra podrán solicitar la documentación que permita verificar el cumplimiento de los estándares mínimos de calidad especificados en los apartados anteriores, referidas a cada modelo de válvula, y que será la siguiente:

1. Certificado de producto emitido por empresa certificadora acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para

la norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.

2. Certificado de producto emitido por empresa certificadora no acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para la norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.

En el caso de no disponer de Certificado de producto, la Dirección de Obra podrán considerar la validez y/o suficiencia de un informe de ensayos, que incluirá, al menos, la documentación siguiente:

- Ensayos representativos indicados en que se exponen a continuación sobre los ensayos
- Fotografías de las muestras analizadas con detalle del marcado
- Se deberá garantizar que los componentes incluidos en el informe corresponden con los analizados, y que dicho informe se ha realizado en los últimos cinco años

Los organismos de acreditación deberán ser conformes a lo establecido en la norma UNE-EN ISO/IEC 17011:2004.

Los organismos que actúen como entidades certificadoras o laboratorios de ensayo deberán ser conformes a lo establecido en las normas: UNE-EN ISO/IEC 17065:2012 para entidades que realizan la certificación de producto, UNE-EN ISO/IEC 17021:2011 para organismos que realizan la certificación de sistemas de gestión y UNE-EN ISO/IEC 17025:2005 para laboratorios. El/los laboratorio/s que hayan realizado los ensayos requeridos deberá/n estar incluido/s en uno o varios de los siguientes niveles:

- Laboratorio certificado con UNE-EN ISO 9001 por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente, o laboratorio acreditado por ENAC con UNE-EN ISO/IEC17025, para la realización de los ensayos requeridos. Deberán aportarse los certificados correspondientes, en el caso que así se requiera.
- Laboratorio con sistemas UNE-EN ISO 9001 o UNE-EN ISO/IEC 17025 para la realización de los ensayos requeridos, implantados o mantenidos, pero no certificados o acreditados, respectivamente. La implantación de dichos sistemas deberá estar verificada por entidad certificadora de control de calidad, independiente del laboratorio. En el caso que se requiera deberá documentarse dicha implantación.

- Laboratorio que cumpla los siguientes requisitos:
    - Sistema de aseguramiento interno: disponen de una organización interna de los servicios, de sistemáticas de control de los equipos y de métodos de ensayo/calibración, como garantía de los resultados.
    - Trazabilidad: disponen de control de la trazabilidad de sus medidas, mediante planes de calibración y la realización de intercomparaciones con otros laboratorios. Disponen de procedimientos documentados o normas para la prestación de servicio a los clientes.

En el caso de que así sea requerido, a efectos del caso (3) deberá aportarse la siguiente documentación a fin de comprobar los requisitos anteriores:

- Organigrama con funciones definidas, cualificación y experiencia del personal.
- Manual de calidad.
- Procedimientos o normas de descripción de los ensayos solicitados en la normativa de aplicación.
- Procedimiento predefinido de elaboración y contenido de los informes de ensayo.
- Planes de mantenimiento y calibración de equipos.
- Certificados de calibración de equipos por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente.
- Plan de intercomparación con otros laboratorios o entidades de reconocido prestigio, en caso de disponerse de los mismos.
- Resumen de la sistemática general de aseguramiento de la trazabilidad de las medidas del laboratorio.
- Referencias de ensayos realizados en los cinco últimos años. Deberá acreditarse la realización de al menos 3 ensayos de similares características.
- Inscripción en cualquier relación de organismo reconocidos de ámbito internacional, nacional, autonómico o local.

Tanto en los certificados como en los informes de ensayos se deberá demostrar la trazabilidad del producto a que se hace referencia, así como la identificación del fabricante tanto en las muestras como en la documentación.

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes de las válvulas deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de autocontrol que garantice la calidad del producto acabado y suministrado.

La Dirección de Obra podrán solicitar el Manual de Control de Calidad del fabricante y en el mismo deberán señalarse las normas oficiales de ensayos que se apliquen, o en otro caso incluirse la descripción detallada de los métodos de ensayo utilizados.

El proceso de autocontrol incluirá, al menos, los conceptos siguientes:

- Materiales
- Composición química
- Estructura molecular
- Características mecánicas
- Tratamientos térmicos
- Otras características
- Fabricación
- Dimensiones, tolerancias y paralelismo
- Soldaduras
- Acabado de superficies
- Comportamiento mecánico
- Protecciones
- Composición química
- Preparación de superficies y espesores
- Comportamiento mecánico
- Comportamiento químico y carácter alimentario de agua para consumo humano, en revestimientos interiores
- Ensayos de verificación del proceso de fabricación. Correspondientes a los requisitos detallados a continuación y en válvulas representativas de la producción:
    - Pruebas de presión
    - Pruebas de estanquidad
    - Pruebas de características neumáticas

Para la determinación de la idoneidad de cada modelo, el fabricante aportará certificado y/o informe de cada uno de los ensayos y pruebas siguientes, para cada gama homogénea de válvulas (entendiendo como tal aquella cuyo diseño es idéntico y de iguales materiales los elementos que la forman):

Ensayos (UNE-EN 1074-1:2001 y UNE-EN 1074-4:2001)				
CARACTERÍSTICA A ENSAYAR	**TIPO DE ENSAYO**		**PARÁMETROS**	**CONDICIÓN DE APROBACIÓN**
RESISTENCIA MECÁNICA.	RESISTENCIA DE LA CARCASA A LA PRESIÓN INTERIOR Y DE TODOS LOS COMPONENTES SOMETIDOS A PRESIÓN (*1)		PRESIÓN INTERIOR: MÁXIMO DE: • PEA • 1,5 X PFA	DEBE RESISTIR SIN SUFRIR NINGÚN DAÑO
	RESISTENCIA DEL OBTURADOR A LA PRESIÓN DIFERENCIAL		PRESIÓN DIFERENCIAL: PFA + 5 SI EL PMA INDICADO PARA LAS VÁLVULAS ES MAYOR QUE ESTE VALOR, LA PRESIÓN DIFERENCIAL A APLICAR DEBE SER IGUAL A PMA	EL OBTURADOR DEBE RESISTIR SIN SUFRIR NINGÚN DAÑO.
ESTANQUIDAD	ESTANQUIDAD	ESTANQUIDAD A LA PRESIÓN INTERIOR (*1)	PRESIÓN INTERIOR: MÁXIMO DE: • PEA • 1,5 X PFA	NO DEBE DETECTARSE NINGUNA FUGA
	ESTANQUIDAD DEL ASIENTO	ESTANQUIDAD DEL ASIENTO A UNA PRESIÓN DIFERENCIAL ELEVADA (*1)	PRESIÓN DIFERENCIAL: 1,1 X PFA CON AGUA DURACIÓN NO INFERIOR A 10 MIN	RATIO DE ESTANQUIDAD A (UNE-EN 122661:2013): NINGUNA FUGA DETECTADA VISUALMENTE DURANTE LA DURACIÓN DEL ENSAYO
		ESTANQUIDAD DEL ASIENTO A UNA PRESIÓN DIFERENCIAL BAJA (*1)	PRESIÓN DIFERENCIAL: 0,5 BAR	NO SE DEBE DETECTAR NINGUNA FUGA
CARACTERÍSTICAS NEUMÁTICAS	FUNCIÓN DE SALIDA DE AIRE		CONFORME A UNE-EN 1074-4 ANEXO A (*2)	
	FUNCIÓN DE ENTRADA DE AIRE		CONFORME A UNE-EN 1074-4 ANEXO B (*2)	
	FUNCIÓN DE DESGASIFICACIÓN		VERIFICAR MEDIANTE MEDICIÓN DE SECCIÓN, CALCULANDO EL CAUDAL QUE LO ATRAVIESA EN CONDICIONES SÓNICAS Y COMPARANDO CON EL VALOR EN CATÁLOGOS DE FABRICANTE	DIFERENCIA NO DEBE SER SUPERIOR A ±10%
RESISTENCIA A LOS PRODUCTOS DESINFECTANTES			SOLUCIÓN SEGÚN NORMA	LAS PROPIEDADES FUNCIONALES NO DEBEN VERSE AFECTADAS

Ensayos (UNE-EN 1074-1:2001 y UNE-EN 1074-4:2001)			
CARACTERÍSTICA A ENSAYAR	**TIPO DE ENSAYO**	**PARÁMETROS**	**CONDICIÓN DE APROBACIÓN**
RESISTENCIA A LA FATIGA	VÁLVULAS CON FUNCIÓN DE ENTRADA Y/O SALIDA DE AIRE	250 CICLOS LLENADO Y DRENAJE CON LA PRESIÓN VARIANDO ENTRE LA ATMOSFÉRICA Y PFA SEGÚN UNE-EN 1074-4 ANEXO C	DEBE SUPERAR LOS ENSAYOS DE ESTANQUIDAD TRAS LOS 250 CICLOS
	VÁLVULAS CON FUNCIÓN DE DESGASIFICACIÓN	2500 CICLOS DE DESGASIFICACIÓN ABRIENDO Y CERRANDO COMPLETAMENTE EN CADA CICLO	DEBE SUPERAR LOS ENSAYOS DE ESTANQUIDAD TRAS LOS 2500 CICLOS
	APERTURA DESPUÉS DE UN CIERRE PROLONGADO	SOMETER LA VÁLVULA A UNA PRESIÓN DE AL MENOS PFA DURANTE 5 DÍAS. EN LAS VÁLVULAS CON VARIAS FUNCIONES SE DEBEN ENSAYAR SIN AISLAR LAS PARTES	LA VÁLVULA DEBE ABRIR CON NORMALIDAD DEBE SUPERAR LOS ENSAYOS DE ESTANQUIDAD TRAS LOS 2500 CICLOS

Ensayos realizados según otras normas				
CARACTERÍSTICA A ENSAYAR	**TIPO DE ENSAYO**	**PARÁMETROS**	**CONDICIÓN DE APROBACIÓN**	**NORMA**
METALOGRAFÍA	ANÁLISIS DEL GRAFITO	FORMA DE GRAFITO	FORMA V Ó VI	UNE-EN ISO 945:2012
ELASTÓMEROS	ESPECTROSCOPIA INFRARROJA	-	-	UNE 53633:1991

Se realizarán pruebas de capacidad de aeración de cada tipo de válvula, para cada una de las funciones, obteniéndose las curvas correspondientes a las prestaciones de cada diámetro y orificios de aeración correspondientes. Las curvas deberán presentarse en escala tal que permita conocer las capacidades para todas las presiones diferenciales con suficiente precisión. Para los casos en los que el ensayo no sea posible, se deberá justificar razonadamente la obtención de las capacidades de las válvulas.

Adicionalmente, La Dirección facultativa de las obras podrán solicitar los ensayos (según las normas correspondientes) e informes necesarios que justifiquen el tipo y la calidad del material de cualquiera de los elementos de la válvula, para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Además, el fabricante deberá facilitar los informes que acrediten la elaboración y los resultados positivos de los ensayos siguientes, realizados por un organismo competente:

- Cumplimiento del Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano
- El recubrimiento cumplirá los ensayos recogidos en la Norma UNE-EN 14901:2007

La Dirección de Obra podrá solicitar que se realicen todos los ensayos que considere necesarios.

3.41.3. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Toda válvula deberá estar marcada de manera visible y duradera, conforme a lo que se dispone en la norma UNE-EN 1074-1:2001, y deberá de constar:

- DN
- PN
- Identificación del fabricante
- Número de la parte aplicable de esta norma (opcional)
- Identificación de los materiales de la carcasa. Identificación del año de fabricación

Para ventosas de DN < 50, sólo son obligatorias las siguientes marcas:

- PN
- Identificación del fabricante
- Número de la parte aplicable de esta norma (opcional)

La norma UNE-EN 1074-1:2001, establece además que las válvulas conformes a la misma se deben marcar según se define en la norma UNE-EN 19:2002, que permite hacerlo de las dos maneras siguientes:

Marcado integral, es decir marcado en la fundición o en la caperuza/cubierta de la válvula.

Placa de marcado: placa fijada de forma segura al cuerpo o la caperuza/cubierta de la válvula con uno o más marcados obligatorios.

La norma UNE-EN 19:2002 indica como marcados obligatorios los siguientes:

- DN
- PN
- Material
- Nombre o marca del fabricante

Y como marcados suplementarios u opcionales:

- Identificación de la colada
- Año de fabricación

La Dirección de Obra podrán establecer la obligatoriedad de cualquiera de los marcados suplementarios u opcionales, y la manera de realizar dicho marcado, de forma integral o a opción del fabricante (marcado integral o placa de montaje).

3.41.4. EMBALAJE Y TRANSPORTE

El fabricante deberá embalar y/o proteger las ventosas contra posibles daños mecánicos durante su manipulación, transporte y almacenaje, de forma tal que garantice el perfecto estado de las piezas en el momento de su montaje.

En los acopios no se colocarán directamente unas sobre otras, debiendo separarse mediante palets de madera. Asimismo, las piezas no deben desembalarse del protector de plástico hasta su colocación en su ubicación definitiva.

En los transportes, se evitará el riesgo de contacto directo entre las ventosas o con cualquier elemento, mediante la colocación de separadores de madera (palets) o goma (ruedas).

3.42. VÁLVULAS DE MARIPOSA RANURADAS

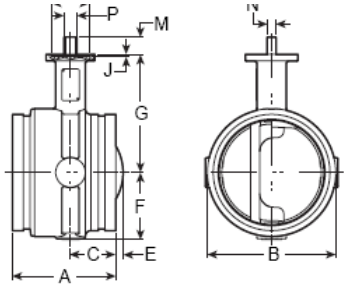
3.42.1. MATERIALES Y REVESTIDO

Las válvulas cumplirán lo especificado a continuación:

- Válvulas: Directiva 2014/68/UE para los fluidos del grupo 2
- Bridas: no lleva, son ranuradas
- Cuerpo: fundido de una sola pieza
- Eje integrado en disco
- Las válvulas con diámetro superior a 150 mm (6”) y las instaladas en los hidrantes llevarán reductor. Este reductor y la propia válvula dispondrán de pletina conforme la norma UNE-EN ISO 5211:2018 (tipo F07 para válvulas de DN <= 200 mm, tipo F10 para válvulas de 200 < DN <= 300 mm)
- Presión de garantía de sujeción segura del asiento elástico: 2065 kPa

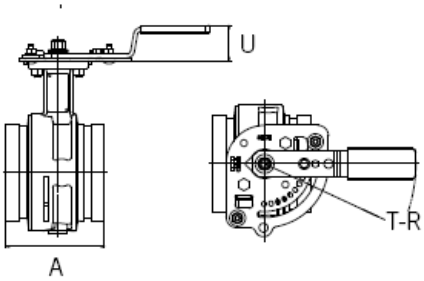
3.42.2. VÁLVULAS DE 4" A 12"

Dimensiones y pesos máximos de las válvulas:



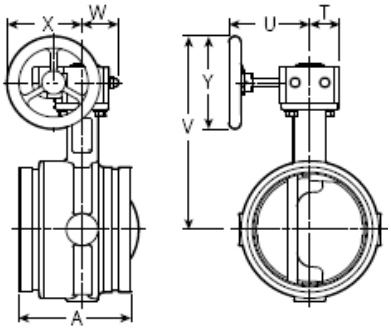
Diámetro (mm)	A (mm)	B (mm)	F (mm)	G (mm)	M (mm)	Peso válvula (kg)
100	117,6	139,7	73,2	133,4	22,6	4,2
250	162,6	311,2	155,7	247,7	57,2	32,7
300	165,1	362,0	181,1	273,1	56,9	39,9

Dimensiones y pesos máximos de las válvulas con palanca:



Diámetro (mm)	A (mm)	T-R (mm)	U (mm)	Peso con palanca (kg)
100	117,6	215,9	41,7	5,4
250	162,6	296,2	114,3	38,1
300	165,1	296,2	114,3	45,4

Dimensiones y pesos máximos de las válvulas con volante:

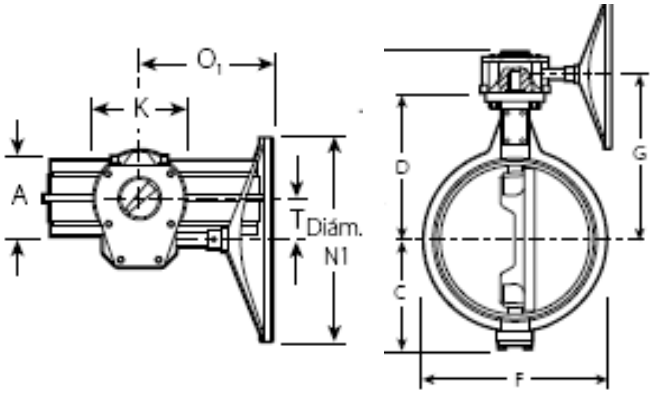


Diámetro (mm)	A (mm)	T (mm)	U (mm)	V (mm)	W (mm)	X (mm)	Y (mm)	Peso con volante (kg)
100	117,6	40,1	112,5	210,3	44,5	92,5	100,1	5,4
250	162,6	73,2	197,1	384,3	82,6	160,0	199,9	39,0
300	165,1	73,2	197,1	409,7	82,6	160,0	199,9	44,2

- ✓ Cuerpo y retén de sellado: fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50/ ASTM A-536: grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2016
- ✓ Disco: fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50/ ASTM A-536:grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2016, niquelado por reducción química conforme con ASTM B-733
- ✓ Asiento y juntas del eje: EPDM, grado de dureza IRDH 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:1996 y accesorias posteriores
- ✓ Eje: acero inoxidable tipo 416 conforme con la norma ASTM A-582
- ✓ Empaquetadura: latón tipo C36000
- ✓ Rozamientos: fibra de vidrio revestida de TFE
- ✓ Anillo de retención del eje: acero al carbono
- ✓ Tornillería: acero cincado
- ✓ Palanca de maniobra: fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-42, GGG-38/ ASTM A-536:grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019/ EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2016
- ✓ Barrera térmica: teflón, colocada entre el cuerpo de la válvula y la palanca de maniobra
- ✓ Revestido interior y exterior del cuerpo:
    - Desengrase químico
    - Calentamiento en horno a 200ºC
    - Pintado: pintura en polvo epoxi, con espesor mínimo de 20 micras en color RAL 5017
    - Polimerizado en horno a 210ºC
- ✓ Revestido de la palanca de maniobra: Galvanizado en caliente realizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010, con un espesor medio y espesor mínimo según lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2010

3.42.3. VÁLVULAS DE 14" A 20"

Dimensiones y pesos máximos:



Diámetro (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	F (mm)	G (mm)	K (mm)	N1 (mm)	O1 (mm)	Peso con volante y actuador(kg)
350	254	665	246	327	406	369	200	500	327	70,8
400	267	737	278	358	457	406	220	500	364	91,2
500	292	920	357	409	584	464	285	700	468	174,3
600	305	1017	408	511	678	569	370	700	521	274,4

Números de giros máximos para cerrar la válvula:

- DN 350: 9,5 vueltas
- DN 400: 13,75 vueltas
- DN 500: 52 vueltas
- DN 600: 79,25 vueltas

- ✓ Cuerpo: fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50/ ASTM A-536: grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2016.
- ✓ Disco: fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50/ ASTM A-536: grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:2019 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2016, revestido de sulfuro de polifenileno negro (PPS). Disco excéntrico.
- ✓ Asiento: revestido de sulfuro de polifenileno negro (PPS)
- ✓ Juntas y sellado del vástago: EPDM, grado de dureza IRDH 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:1996 y accesorias posteriores
- ✓ Vástago superior e inferior: Acero inoxidable tipo 17-4 PH
- ✓ Cojinete: PTFE reforzado
- ✓ Arandela de empuje: bronce

- ✓ Pasador de arrastre del disco: Acero inoxidable tipo 17-4 PH
- ✓ Segmento retención junta: acero inoxidable AISI 304
- ✓ Anillo de retención: acero inoxidable AISI 302
- ✓ Tornillos: acero inoxidable AISI 304
- ✓ Elementos internos: acero inoxidable
- ✓ Revestido:
  - Revestimiento exterior: imprimación de sulfuro de polifenileno (PPS)
  - Revestimiento interior: capa de imprimación y recubrimiento final de sulfuro de polifenileno (PPS), clasificación UL según ANSI/NSF 61
- ✓ Reductor: todas las válvulas con diámetro superior a 150 mm (6") y las instaladas en los hidrantes llevarán reductor, con caja de señalización de fin de carrera. Este reductor dispondrá de pletina UNE-EN ISO 5211:2018 para posterior motorización, solamente se admitirán pletinas en estas condiciones.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos y Certificado de Producto del resto de los materiales conforme la normativa aquí expuesta no será necesario realizar un control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará 3 elementos completos o probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para la realización de los ensayos que la empresa ejecutora considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y del ranurado se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas

3.42.4. ENSAYOS

Si el fabricante posee Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 1074: Varios años y actualizaciones aportará los resultados de los ensayos obtenidos con cada envío de válvulas, en caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 y realizará los ensayos que se exponen a continuación conforme la norma UNE-EN 1074: Varios años y actualizaciones. Como mínimo realizará dichos ensayos en 3 unidades de cada tipo de válvula.

Resistencia Mecánica:

- Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión
- Resistencia del obturador a la presión diferencial
- Resistencia de las válvulas a la flexión
- Resistencia de las válvulas al esfuerzo de maniobra

Estanqueidad:

- Estanquidad de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión:
    a. Estanquidad a la presión interior
    b. Estanquidad a la presión exterior
- Estanquidad del asiento:
    a. Estanquidad del asiento a una presión diferencial elevada
    b. Estanquidad del asiento a una presión diferencial baja
- Par máximo para la maniobra y la estanquidad.

Características hidráulicas y neumáticas:

- Resistencia a la fatiga

3.42.5. MARCADO

Todas las válvulas estarán marcarán de manera visible y duradera con la siguiente información:

- DN
- Identificación de los materiales de la carcasa
- PN
- Identificación del fabricante
- Identificación del año de fabricación
- Norma aplicada
- Marcado "CE"

En válvulas de DN < 50, obligatorias estarán marcadas con la siguiente información:

- PN
- Identificación del fabricante
- Norma aplicada

3.43. VÁLVULAS DE ESFERA

La calidad de los materiales de las válvulas será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño

- Cumplirán con la Directiva de Equipamiento bajo Presión 97/23/CE para los fluidos del grupo2
- Conexiones macho - hembra tipo ISO 7/1 (carrete de entrada)
- Conexiones hembra - hembra tipo ISO 7/1 (filtro cazapiedras)
- Poseerán una perforación en la esfera, como protección frente a las heladas

Cuerpo y esfera: Latón niquelado conforme la norma DIN-17660

Mariposa: Latón recubierta de epoxi

Revestido: Todas las superficies interiores que estén en contacto continuo con el agua y las superficies externas (incluyendo la tornillería) que estén en contacto permanente con el sol, el agua o la atmósfera, serán resistentes a la corrosión y al envejecimiento.

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite, en caso contrario con el primer envío, el fabricante aportará 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado para piezas metálicas.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074:2001 no será necesario realizar un control de calidad de las válvulas. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y realizará los ensayos y el marcado expuestos en el presente pliego para las válvulas de mariposa ranuradas.

3.44. TES DE 1”

- Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:98

3.45. MANGUITO DE 1/8”

- Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:98
- Conexiones hembra - hembra tipo ISO 7/1 (filtro cazapiedras)

3.46. MANGUITO DE ROSCA INTERIOR DE 1”

- Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:98. Rosca cilíndrica conforme la norma UNE-EN ISO 228-1:2003 (BSP)

3.47. TUBO DE ROSCA INTERIOR DE 1”

- Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:98. Rosca cilíndrica conforme la norma UNE-EN ISO 228-1:2003 (BSP). Longitud del tubo: 19 mm.

3.48. SOLENOIDE

Tres vías, biestable (latch) de 2 hilos. De 12-50 VDC, tiempo de pulso 20-100 ms. Resistencia de la bobina 4.2 Ω Rango de trabajo 0-10 bar, orificio de la base 2.2 mm.

3.49. FILTRO CAZAPIEDRAS

La calidad de los materiales del filtro será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño

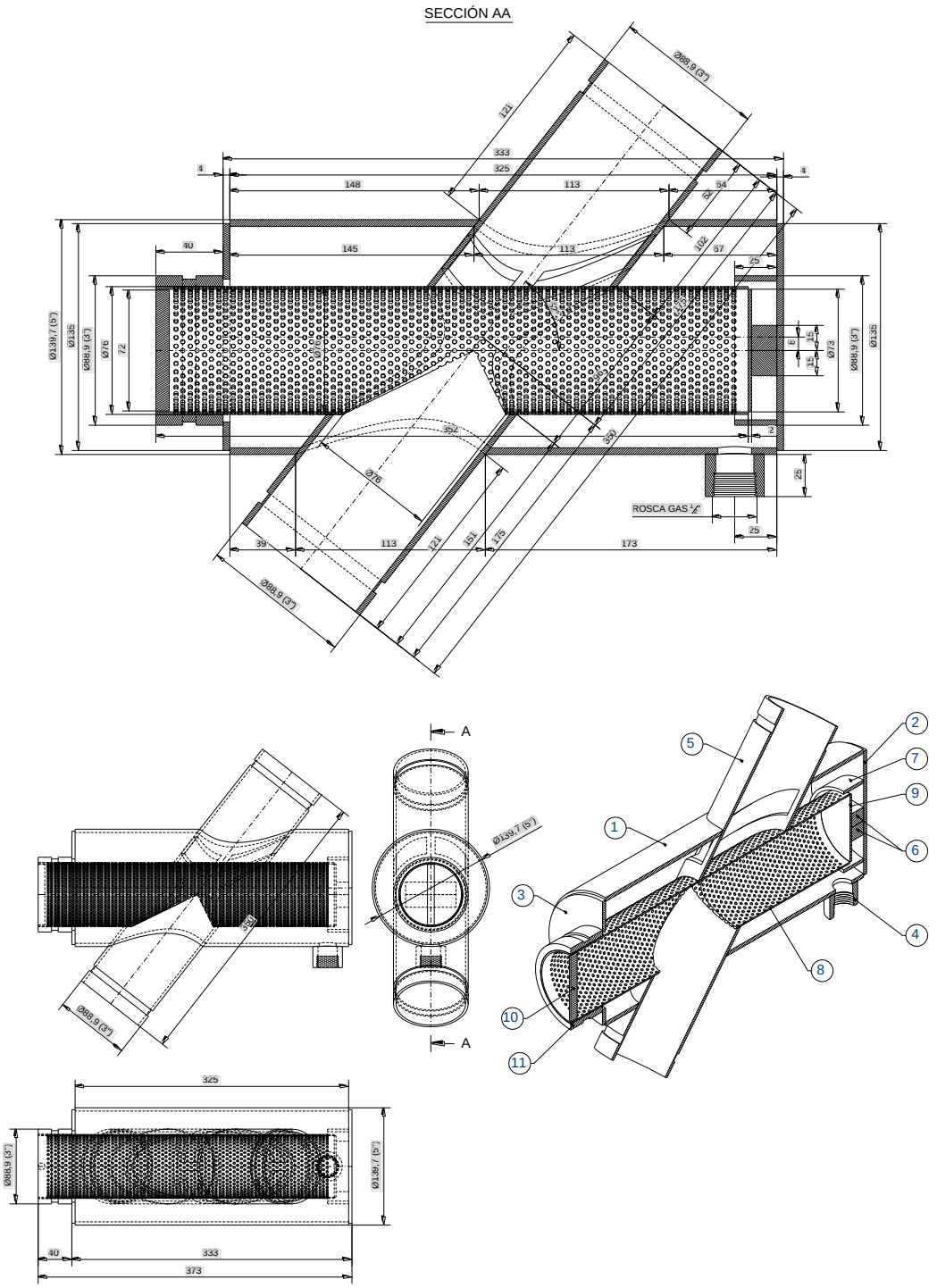
El filtro interiormente dispondrá de un tope para el correcto asiento de la malla filtrante conforme lo especificado en los planos correspondientes. Así como una tapa superior desmontable y ranurada victualic para permitir la limpieza interior del filtro y una salida de 1” en la parte más baja del filtro.

A esta salida de 1” deberá poderse conectar una válvula hidráulica o de seccionamiento con apertura controlada por electroválvula con accionamiento eléctrico desde el sistema de telecontrol.

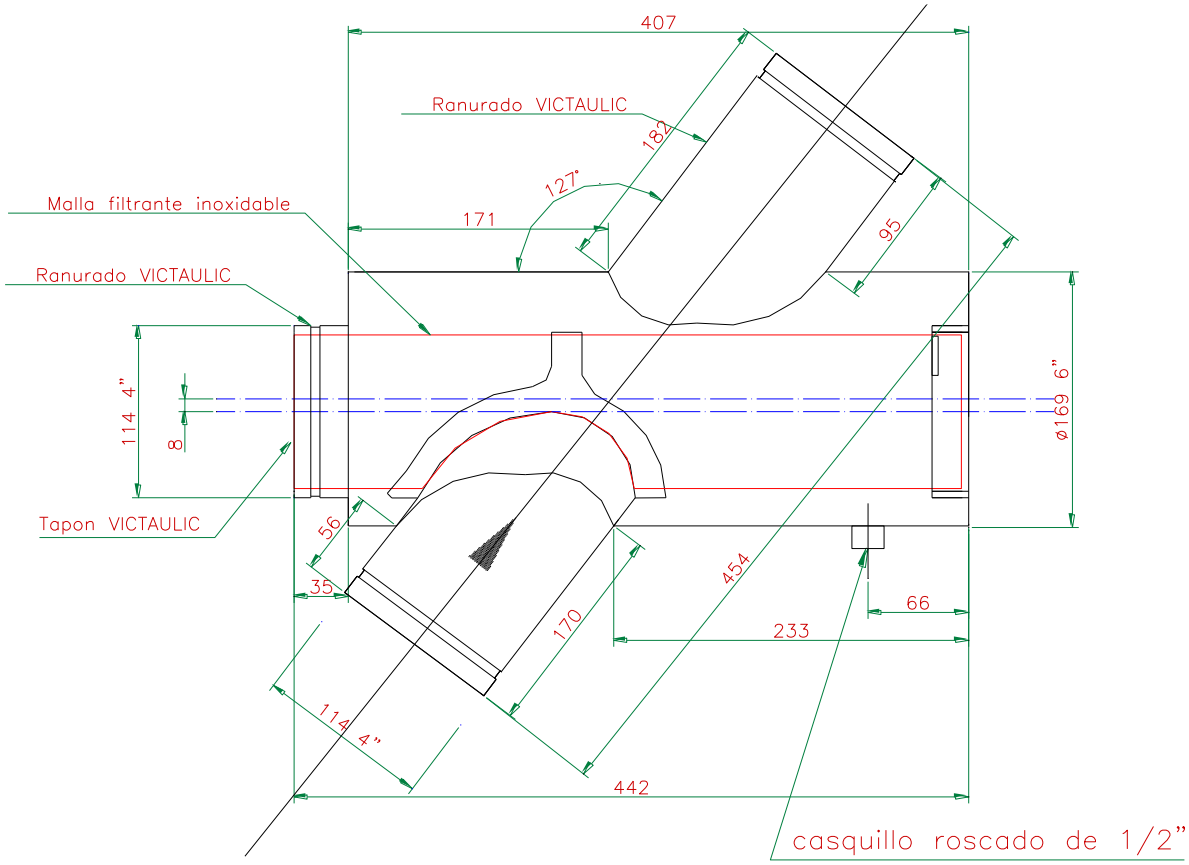
Dimensiones

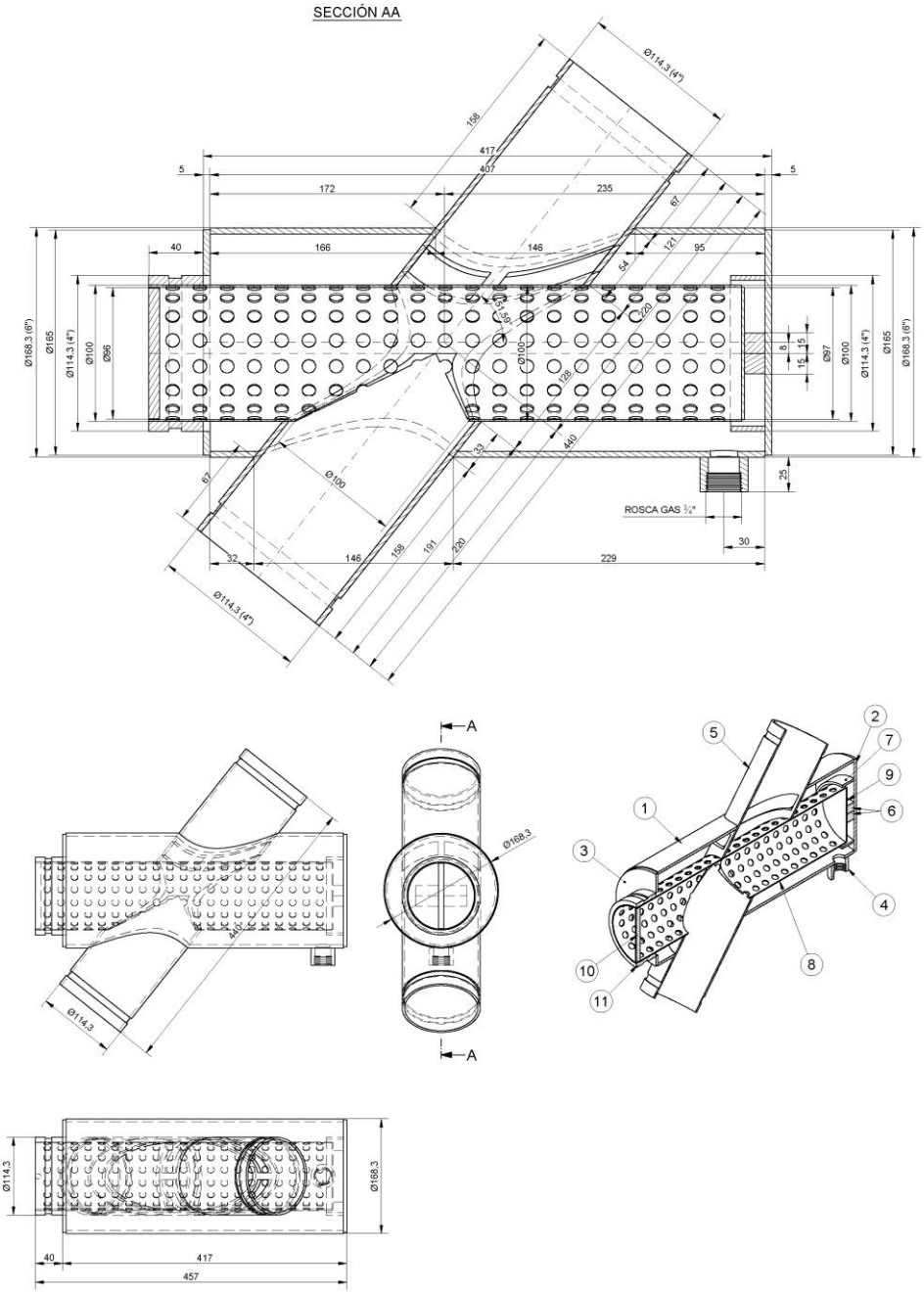
Los filtros cazapiedras cumplirán las especificaciones dimensionales que se indican a continuación:

FILTRO 3”

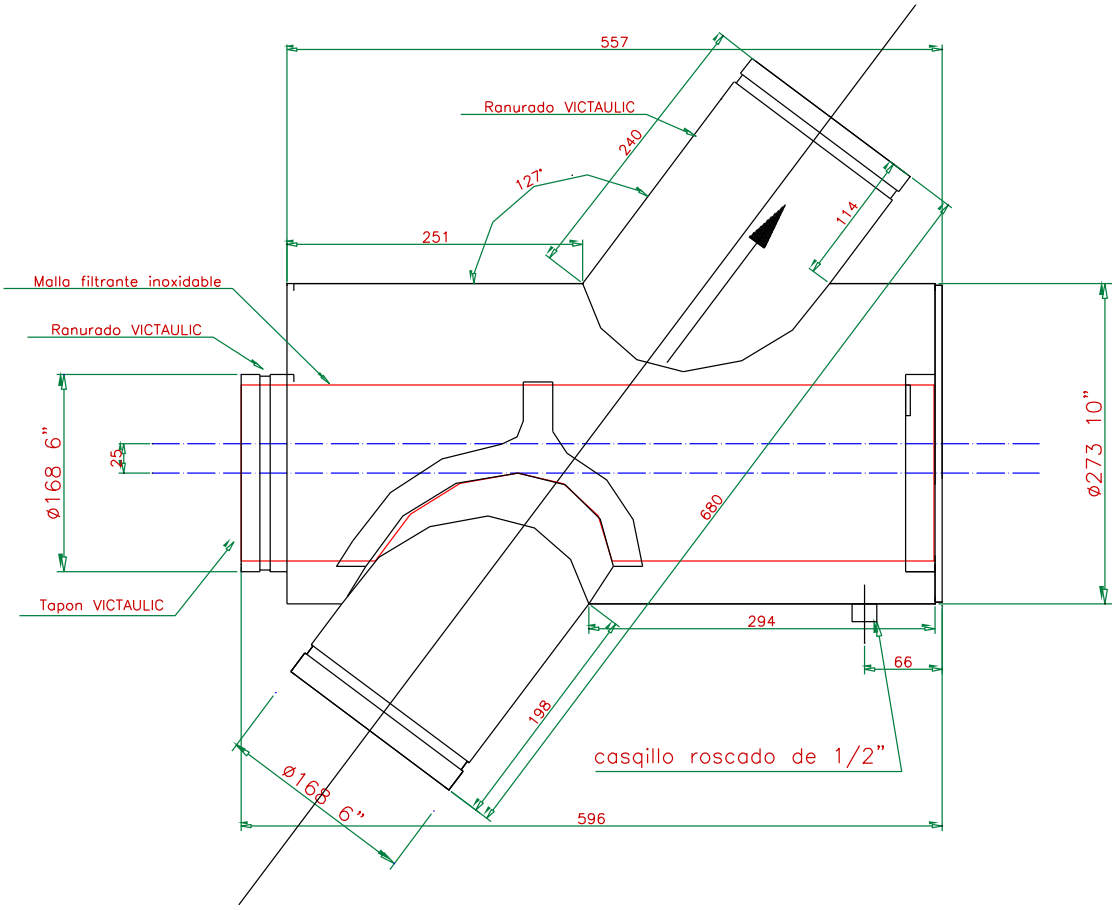


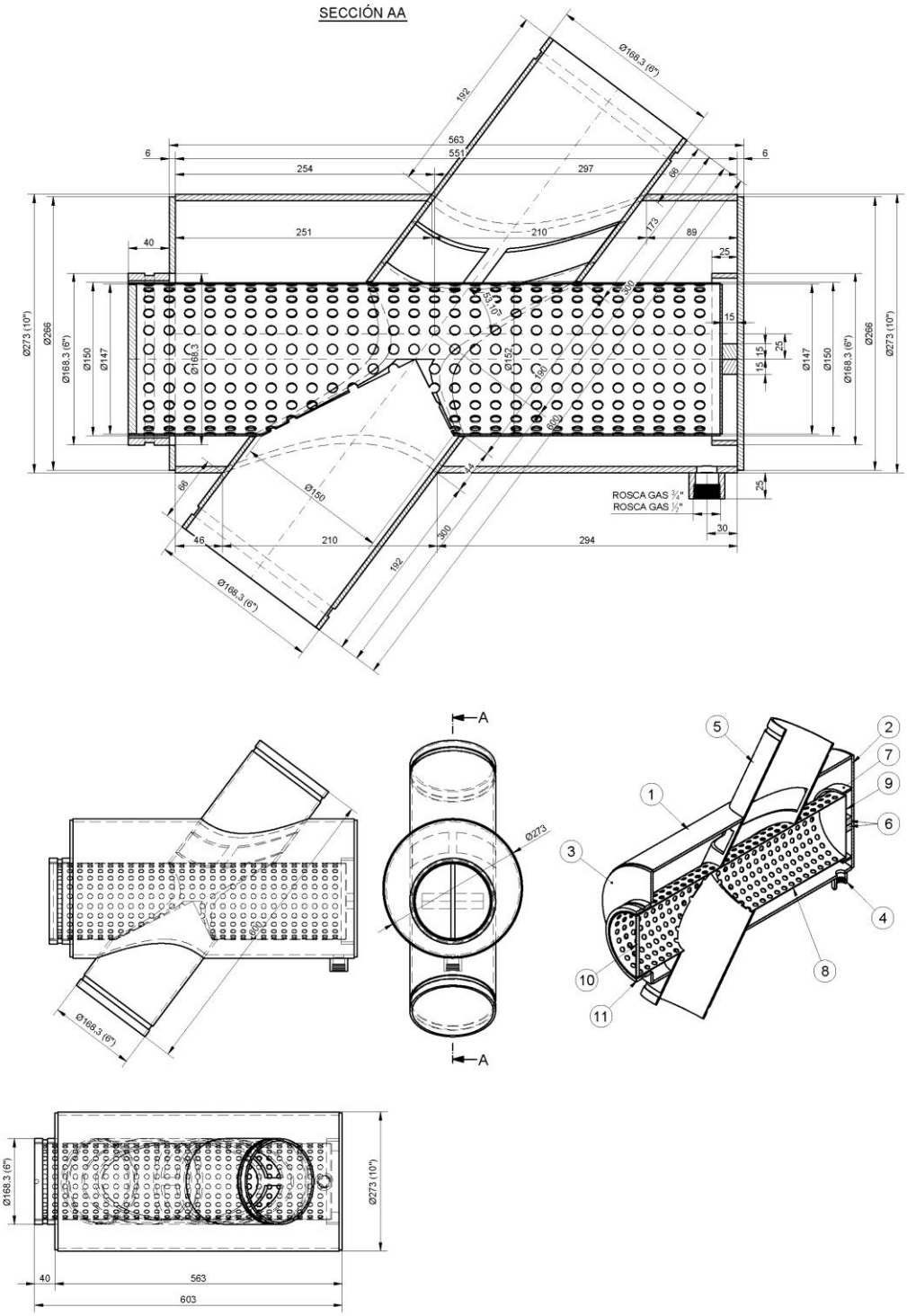
FILTRO DE 4 "


407
Ranurado VICTAULIC
182
127°
Malla filtrante inoxidable
171
95
Ranurado VICTAULIC
114 4"
8
ø169 6"
Tapon VICTAULIC
56
35
454
66
233
170
114 4"
442
casquillo roscado de 1/2"


SECCIÓN AA
ROSCA GAS ¾"
A
A

FILTRO DE 6 "


557
Ranurado VICTAULIC
240
127°
114
251
Malla filtrante inoxidable
Ranurado VICTAULIC
ø168 6"
25
680
ø273 10"
Tapon VICTAULIC
294
66
198
casqillo roscado de 1/2"
ø168 6"
596


SECCIÓN AA
ROSCA GAS ¾"
ROSCA GAS ½"
Ø168,3 (6")
Ø273 (10")
Ø266
Ø150
Ø147
Ø152
Ø273
563
603
A

Malla filtrante: Acero inoxidable X5CrNi18-10 (AISI 304) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2006, con un espesor igual o superior a 1 mm. La malla estará perforada con agujeros de diámetro igual a 3 mm separados 5 mm entre ejes. La superficie perforada será inferior al 48% del total de la superficie de la malla.

Cuerpo del filtro: Acero al carbono-manganeso S-275-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1:2006, con un espesor igual o superior a 4 mm. Las dimensiones y masas serán conformes a la norma UNE-EN 10220: 2004.

Revestido:

El proceso de pintado de los filtros cazapiedras, tanto interior como exteriormente, comprenderá las siguientes fases:

- Desengrase químico a 50-60ºC durante 3-5 minutos.
- Decapado con ultrasonidos a 40-60ºC durante 3-5 minutos.
- Desengrase químico a 50-60ºC durante 3-5 minutos.
- Lavado desmineralizado.
- Autodeposición mediante agitación a 20-22ºC durante 90-120 segundos.
- Secado en horno a 95-110ºC durante 30-40 minutos.
- Pintado con pintura líquida esmaltada en color azul RAL 5017, de espesor superior a 20 micras.
- Secado al aire

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos conforme lo especificado en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente, de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control de calidad de las soldaduras, ranurado y revestido se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas.

3.50. FILTRO AUTOLIMPIANTE DE MALLA

3.50.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL FILTRO

El filtro se compone de un cuerpo metálico, corona rotativa, colector de desechos, válvula de apertura (de lavado), bomba para la inyección de boquillas y grupo moto-reductor para accionamiento de la corona rotativa y elementos de medición y control. El elemento filtrante es una malla, sujeta a la corona rotativa, especial para retener todo tipo de impurezas, con un perfil hidrodinámico que ofrece baja pérdida de carga y evita sobreturbulencias, pérdidas de energía y adherencias de elementos extraños.

Todos los materiales son de primera calidad, utilizando acero inoxidable o composites en todos los elementos mecánicos que están en contacto con el agua. El cuerpo del filtro es de acero al carbono. Los elementos mecánicos se sitúan en la cara de "aguas limpias" de forma que ningún cuerpo extraño pueda afectar a su funcionamiento o deterioro.

Los filtros se adosan directamente a la tubería por medio de bridas normalizadas, como un elemento más de la misma. No necesitan más instalación que la conexión de los elementos eléctricos y de control.

Su funcionamiento es del tipo autolimpiante y totalmente automático. Su mantenimiento es mínimo y de muy bajo consumo.

3.50.2. MATERIALES

CUERPO DEL FILTRO

Cuerpo	Acero al carbono	S-235-JR
Tobera de succión	Acero inoxidable	Aisi-304
Anillos estructurales	Acero inoxidable	Aisi-304
Soporte de bridas	Acero inoxidable	Aisi-304
Protección interna	Epoxi alimentario	
Pintura externa	Epoxi-poliester	

CORONA FILTRANTE

Estructura	Acero inoxidable	Aisi-304
Paneles de malla	Acero inoxidable	Aisi-304
Eje	Acero inoxidable	Aisi-304
Cubo de cojinete	Acero inoxidable	Aisi-304
Engranajes	Acero inoxidable	Aisi-304
Soportes	Acero inoxidable	Aisi-304

MECANISMO DE TRACCIÓN

Bastidor	Acero inoxidable	Aisi-304
Eje de tracción	Acero inoxidable	Aisi-304
Cojinete	Bronce al aluminio	
Piñon	Acero inoxidable	Aisi-303

VÁLVULA DE LAVADO

Cuerpo	Fundición pintado epoxi	
Disco	Fundición pintado epoxi	
Revestimiento	EPDM	
Eje	Acero inoxidable	Aisi-304

SISTEMA DE PRESIÓN DIFERENCIAL

Transductores	Analógicos	4-20 mA (0-10V)

3.50.3. COMPONENTES DE CONTROL Y MANDO

- Circuito general
- Relés necesarios
- Actuador de fuerza del motor
- Actuador de válvula
- PLC de control
- Lámparas
- Mandos
- Transformador
- Diagrama de cableado
- Armario con protección

3.50.4. CONTROL DE CALIDAD

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1b según norma EN 10204 garantizando que las mallas filtrantes son de acero inoxidable AISI 304 conforme la norma EN 10088:1996 y los cuerpos del filtro son de acero S 275 JR conforme con la norma EN 10025:1990, no será necesario realizar el control de calidad de la chapa de acero.

En caso contrario se realizará el siguiente control del acero, para ello se aportará con cada envío una probeta de 15x15cm de cada tipo de acero empleado.

3.51. VÁLVULAS DE RETENCIÓN

Diseño:

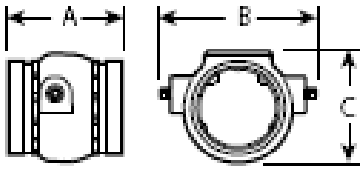
- Válvulas: Directiva de Equipamiento bajo Presión 97/23/CE para los fluidos del grupo2, distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2008 .
- Bridas: no lleva, son ranuradas compatible con el sistema Victaulic o similar.
- Presión de servicio: 100 m.c.a.
- Cierre total de la válvula de diámetro ≤ 300 mm: 1,5 m.c.a.
- Cierre total de la válvula de diámetro > 300 mm: 157 m.c.a.

3.51.1. VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE DIÁMETRO ≤ 300 MM

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

Dimensiones y pesos máximos:

Diámetro exterior (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Peso (kg)
273	432	305	180	45,5
323	495	356	206	63,5



Cuerpo: DIN 1693 GGG-50./ ASTM A-536-72:grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:98/A1:2002 SS-32 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2000.

Juntas: EPDM grado E.

Asiento del cuerpo: aleación de níquel con soldado integral al cuerpo.

Discos: DIN 1693 GGG-50./ ASTM A-536-72:grado 65-45-12 / UNE-EN 1563:98/A1:2002 SS-32 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1063:2000.

Eje: Acero inoxidable AISI-316.

Obturador del eje: Acero ASTM A-576, cadmiado conforme QQ-P-416A clase 3 tipo 2.

Tapón de tubo: Acero al carbono cincado conforme la norma ASTM B-633.

Muelle: acero inoxidable tipo 302/304.

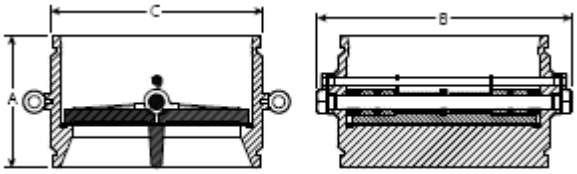
Revestido:

- Preparación de la superficie: granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Pintado: capa de pintura al agua en color RAL 5017, el espesor final medio no será inferior a 150 micras.

3.51.2. VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE DIÁMETRO > 300 MM

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

Dimensiones y pesos máximos:



Diámetro exterior (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Peso (kg)
406	305	505	416	73
508	368	628	518	91
609,6	394	732	620	190

Cuerpo: Fundición dúctil ASTM A-395.

Asiento: EPDM grado E.

Discos: Acero inoxidable AISI 304.

Eje: Acero inoxidable AISI 304.

Revestido:

- Preparación de la superficie: granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Pintado: capa de pintura al agua en color RAL 5017, el espesor final medio no será inferior a 150 micras.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente, conforme la norma UNE-EN 1074:2001, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante realizará los ensayos y el marcado según lo dispuesto en el presente pliego para válvulas de mariposa ranuradas.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y de ranurado se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas.

3.52. VÁLVULAS HIDRÁULICAS

3.52.1. MATERIALES Y REVESTIDO

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño:

Deberán de ajustarse a lo establecido en la siguiente normativa: Directiva de Equipamiento bajo Presión 97/23/CE para los fluidos del grupo 2. Norma UNE-EN 1074.

Dimensiones y pesos máximos:

Diámetro (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm) (sin detector de posición)	Peso (kg)
80	250	200	210	19
100	320	223	242	28
150	415	306	345	68

Bridas: no lleva, son ranuradas compatible con el sistema Victaulic o similar

Cuerpo y tapa: fundición de hierro nodular, conforme la norma UNE-EN 1563:98

Diafragma: de asiento plano semirrígido compuesto por caucho natural reforzado (NR) conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:2006, con plástico VRSD (disco de cierre radial vulcanizado)

Muelle: acero inoxidable AISI 302

Microtubo: polietileno de baja densidad PE 32, conforme con la norma UNE 53367:2005

Tornillería exterior: acero enchapado con zinc-cobalto

Tornillería interior: acero inoxidable tipo AISI 316

Conjunto de cierre:

- Diafragma: Caucho natural reforzado (NR)
- Cierre: Nylon reforzado con fibra de vidrio

Conjunto del impulsor:

- Guía: Acero inoxidable AISI 303
- Pivotes y soportes: Carburo de tungsteno
- Alineador superior del flujo: Nylon reforzado con fibra de vidrio
- Impulsor: Polipropileno

Conjunto de la caja del impulsor:

- Asiento de cierre: NBR (Buna-N) Latón vulcanizado
- Caja del impulsor y alineador inferior del flujo: Nylon reforzado con fibra de vidrio
- Anillos en O (Junta tórica): NBR (Buna-N) Latón vulcanizado

Filtro en línea: integrado en el circuito de microtubo previo a la entrada en los pilotos y electroválvulas

Revestido: todas las superficies interiores que estén en contacto continuo con el agua y las superficies externas (incluyendo la tornillería) que estén en contacto permanente con el sol, el agua o la atmósfera, deben ser resistentes a la corrosión y al envejecimiento.

3.52.2. INDICADOR DE POSICIÓN

Pistón guía, eje indicador y cola de milano del protector: latón CuZn39Pb3, conforme con la norma EN 12164: 98

Junta tórica de estanqueidad: NBR

Junta-collarín de estanqueidad: poliuretano

3.52.3. SISTEMA DE LIMITACIÓN DE CAUDAL INTERNO

La válvula poseerá un tubo-orificio de PVC, instalado como parte integral en el circuito de control de caudales y con el cual se obtendrá una presión diferencial ΔP directamente proporcional al caudal. Esta ΔP es captada por el piloto Servo 2/3, que se "abre o se cierra" en respuesta a la misma. La apertura y el cierre del piloto hacen que la válvula responda conforme a este, limitando así a un caudal deseado y pre-calibrado. Es decir, cuando este ΔP se encuentra por encima de un ΔP estipulado en el piloto, éste permitirá un paso en el circuito de la presión aguas arriba hacia la cámara de control de la válvula, la cual reaccionará generando así un cierre de la válvula, hasta que el caudal que esté pasando por la válvula sea igual o menor a lo requerido (el ΔP estará por debajo de lo calibrado).

Diseño:

- El diámetro interno del orificio se calculará y se fabricará según el tamaño de la válvula y la limitación de caudales requerida
- Instalación simple y cómoda
- Instalación interna
- Pérdida de carga baja
- Amplio rango de regulación

3.52.4. PILOTOS

- Piloto limitador de caudal: 0,2 – 1,7 bar

- Piloto limitador de presión: 1 – 7 bar
- Número de vías: dos
- Circuito de Control: pilotos de 2 vías + Ejector. Este circuito contará con el conexionado y la valvulería que permita un control manual "in situ" del funcionamiento de la válvula hidráulica que domina sin que esta pierda su capacidad de limitación de caudal y de regulación de presión a través de sus pilotos.

3.52.5. CONTROL DE CALIDAD

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego y garantiza documentalmente el cumplimiento de las especificaciones definidas en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, en caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de válvula, entendiendo por tipo de válvula diámetro y presión nominal, para poder realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y del ranurado se realizará conforme lo especificado para piezas metálicas.

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y realizará los ensayos y el marcado que se exponen a continuación.

Para ello deberán reproducirse en el banco de ensayos las condiciones de instalación de la válvula hidráulica en hidrante, junto con el resto de elementos.

Las válvulas hidráulicas se probarán con el fin de comprobar la regulación y la precisión de las mismas. No sólo se observará la correcta apertura/cierre y la estanquidad de las válvulas sino también es necesario un control de los ajustes de presión y de caudal.

Pruebas de fábrica:

Los bancos de pruebas estarán preparados para poder realizar ensayos reproduciendo las siguientes condiciones:

a. Según indique la Dirección de Obra (D.O.), instalación de la válvula hidráulica aislada y/o en el conjunto hidrante con el resto de elementos, y en el correcto orden de disposición.

b. Según indique la D.O., se deberán reproducir geométricamente las condiciones de entrada de las tuberías que conectan con la línea del hidrante, respetando materiales, diámetros interiores, así como elementos de conexión entre los mismos.

c. Tamaños 3”, 4” y 6”.

d. Los márgenes de caudal y presión serán los suficientes como para realizar todos los ensayos previstos en este protocolo. La válvula hidráulica de mayor tara, tanto en presión como en caudal, se tomará como referencia.

Los aparatos de medidas deberán estar verificados por una empresa homologada por el Organismo pertinente. La Dirección de Obra podrá contrastar los aparatos del banco.

Todas las válvulas serán sometidas a una inspección visual general con el fin de detectar posibles desperfectos. En el caso de existir no conformidades se registrarán para poder revisar la subsanación del problema.

Todas las válvulas hidráulicas deberán llevar una etiqueta en donde se refleje:

1. Modelo
2. Descripción
3. Nº de serie
4. Fecha de fabricación

En todas las válvulas hidráulicas, y en lugar visible, se marcarán los siguientes datos:

1. Nº de la válvula hidráulica (indicación de la D.O.)
2. Presión de tara en bares o m.c.a.
3. Caudal de tara en m^3/h o l/s

En al menos tres válvulas hidráulicas de cada diámetro y presión nominal se obtendrán las medidas geométricas: Diámetro de la ranura, diámetro de la sección interior, altura de la válvula hidráulica, ancho de la misma, etc.…

Todos los dispositivos de regulación y limitación y contaje estarán debidamente precintados, de manera que no puedan ser manipulados fácilmente, y en caso contrario quede constancia de ello.

Las pruebas se efectuarán sobre lotes de cada diámetro sorteados por la Dirección de obra, y se incluirán cuatro válvulas hidráulicas, preferiblemente aquellas que trabajan en rangos de presiones y caudales más ajustados (según criterio de la D.O.), de cada lote de cincuenta válvulas hidráulicas o fracción. El número de válvulas de cada lote y las de prueba se podrán alterar conforme a las exigencias de la obra.

Las pruebas serán las siguientes:

a. Precisión del regulador de presión
b. Ajuste del regulador de presión
c. Precisión del limitador de caudal
d. Ajuste del limitador de caudal
e. Apertura/Cierre a Q mínimo

La **aceptación de los lotes precisa del siguiente cumplimiento**:

- ✓ Que las cuatro válvulas hidráulicas cumplan satisfactoriamente las seis pruebas A, B, C, D y E.
- ✓ Que el incumplimiento de una de las pruebas de tan sólo uno de las válvulas hidráulicas, las cuatro válvulas hidráulicas del lote extraídas en un segundo muestreo cumplan satisfactoriamente las seis pruebas.
- ✓ Si se incumplen las pruebas B y D se obligará al proveedor volver a regular todas las válvulas hidráulicas, pero si las incumplidas son las A, C y E el lote de válvulas quedará rechazado, prescribiéndose todo él para instalación en obra.

3.52.6. PRUEBAS DEL REGULADOR DE PRESIÓN

1.- Prueba de Precisión (PRUEBA A)

La prueba de precisión del regulador de presión de la válvula hidráulica se realizará para tres valores de presión distintas aguas arriba: 1, 2 y 3 kg/cm^2 por encima de la presión de tara, Pt.

Se entenderá que el regulador tiene buena precisión si la diferencia entre los valores extremos medidos aguas debajo de la válvula es ≤0,4 kg/cm^2.

2.- Prueba de ajuste (PRUEBA B)

La prueba del ajuste del regulador de presión de la válvula hidráulica se realizará para tres valores de presión distintas aguas arriba: 1, 2 y 3 kg/cm^2 por encima de la presión de tara, Pt.

Se entenderá que el regulador está bien ajustado si ninguno de los tres valores queda fuera del intervalo Pt - 0,2 kg/cm^2: Pt + 0,2 kg/cm^2.

3.52.7. PRUEBAS DEL LIMITADOR DE CAUDAL

El limitador de caudal se deberá tarar un 10% por encima del caudal designado.

1.- Prueba de precisión (PRUEBA C)

De manera semejante a la prueba anterior, ésta se realiza para tres valores de presión aguas arriba de la válvula hidráulica superiores a la presión de tara Pt y con una presión aguas abajo menor que Pt, usualmente cerca de la presión atmosférica (válvula de aguas abajo abierta).

Se entenderá que el limitador tiene buena precisión si la diferencia entre los valores extremos del caudal instantáneo medido es ≤10% del caudal de tara (Qt).

2.- Prueba de ajuste (PRUEBA D)

De igual manera, ésta se realiza para tres valores de presión aguas arriba de la válvula hidráulica superiores a la presión de tara Pt y con una presión aguas abajo menor que Pt, usualmente cerca de la presión atmosférica (válvula de aguas abajo abierta).

Llamando Qt al caudal de tarado de la válvula hidráulica se entenderá que el limitador está bien ajustado si ninguno de los tres valores queda fuera del intervalo Qt - 4% Qt + 4%.

3.- Prueba de apertura/cierre a caudal mínimo (PRUEBA E)

Todos los hidrantes probados deben garantizar un cierre/apertura a los caudales mínimos que se expresan en la siguiente tabla, con una correcta regulación:

Tamaño hidrante	Qmin (m^3/h)
Hidrante de 3”	10
Hidrante de 4”	15
Hidrante de 6”	20

3.53. VÁLVULAS DE COMPUERTA

3.53.1. MATERIALES Y REVESTIDO

Las válvulas cumplirán la Directiva 2014/68/UE. Las bridas cumplirán con la norma UNE-EN 1092-1:2019, distancias entre caras opuestas conforme la norma UNE-EN 558:2018 serie 14.

La compuerta será guiada. La tuerca que une el eje de la válvula y la compuerta estará embutida en la compuerta.

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación:

Cuerpo: fundición dúctil EN GJS500 (GGG-50), según la norma UNE-EN 1563:2019.

Eje: Acero inoxidable X20Cr13 (AISI 420) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, con la rosca laminada en frío.

Empaquetadura: sellado superior de NBR, 2 juntas tóricas internas y 2 juntas tóricas externas alojadas en un cojinete de plástico con manguito inferior de EPDM.

Cojinete: nylon 6.6 grado S 223 F.

Compuerta: fundición dúctil EN GJS500 (GGG-50), según la norma UNE-EN 1563:2019, vulcanizada con caucho EPDM, equipada con una tuerca de latón, CZ 312 según BS 2874 que acopla la compuerta al eje. El cuerpo lleva guías para guiar la compuerta y evitar su movimiento durante el manejo.

Collarín de empuje: latón CZ 132, según BS 2872.

Tornillos embebidos: acero inoxidable A2, con cabeza cilíndrica para herramienta tipo allen, avellanados y sellados con silicona.

Junta perfil: EPDM con orificios para la protección de los tornillos y embutida en la tapa.

Eje telescópico:

Sólo existirá en aquellas válvulas de diámetro > 150mm.

- Tubo de protección, tapa y cubierta: polietileno PE según las especificaciones de la norma UNE-EN 12201:2012.
- Eje: acero galvanizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:99 con un espesor mínimo y medio no inferior al indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99
- Acoplamiento: fundición dúctil galvanizada conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010
- Muelle: acero inoxidable

Trampillón:

- Cuerpo: polietileno de alta densidad
- Tapa: fundición gris EN GJL200 (GG-20) conforme la norma UNE-EN 1561:2012
- Tornillería: acero inoxidable A2
- Inscripción: Nylon 6.6 grado S 223 F
- Normalización: dimensiones según DIN 4059
- Ensayos: resistencia de carga cíclica según EN 7057, carga 5.000 kg, ciclos 8.000, resistencia a la carga continua 82,5 KN

Revestido:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE- EN ISO 8501-1:2008.
- Precalentamiento hasta 200 grados
- Pintura polvo epoxy espesor mínimo 150 micras de poliuretano alifático RAL5017

Pares máximos de maniobra

Las válvulas deben cumplir con los siguientes pares máximos de maniobra, a presión nominal, según DIN 3230 apartado 2 (accionamiento mediante volante):

DN	50	40 Nm
	65	60 Nm
	80	60 Nm
	100	80 Nm
	125	80 Nm
	150	80 Nm
	200	120 Nm
	250	180 Nm
	300	200 Nm

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de válvula, para poder realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074:Varios años y actualizaciones, no será necesario realizar un control de calidad de las válvulas, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y realizará los ensayos y el marcado expuestos en el presente pliego para las válvulas de mariposa ranuradas.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas

3.54. VÁLVULAS DE MARIPOSA EMBRIDADAS

Las válvulas de mariposa serán todas de presión de trabajo hasta 16 atm y cumplirán las siguientes especificaciones:

- Directiva 2014/68/UE para los fluidos del grupo2
- Distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2018 serie 20
  - Serán de eje horizontal, centrado en la mariposa con anillo envolvente.
  - El accionamiento será en función del diámetro nominal de la válvula. Para válvulas menores de DN 1.000 el accionamiento será mediante desmultiplicador motorizable, mientras que para DN 1.000 o mayor será mediante motor reductor. Todas las válvulas tendrán prolongación del cuello de la válvula hasta la superficie.
  - El accionador (motor reductor para DN 1.000 o mayor) será compatible para poderle alimentar con un grupo electrógeno directo y poseerá un mando local integrado en las válvulas enterradas.
  - El desmultiplicador, con caja de señalización de fin de carrera, tendrá un grado de protección IP-68 (para inmersión continúa en agua a una profundidad de 10 metros), conforme a la norma CEI-60529:2001
  - La prolongación estará formada por un tubo exterior mecanosoldado con protección IP-68 que incorporará eje de arrastre de una sola pieza, asegurando la transmisión del par de maniobra del accionador de la mariposa.
  - El acoplamiento entre bridas será conforme a la norma UNE-EN 1092-1:2019 PN 6, PN 10 y PN 16. Cuerpo con bridas caras planas.
  - La pletina para acoplamiento del actuador será conforme a UNE-EN ISO 5211:2018

Los materiales de las válvulas serán de calidad igual o mayor de lo especificado a continuación:

Cuerpo: fundición nodular ASTM gr 60.40.18/ EN-JS1030 (EN-GJS 400-15, GGG-40), conforme la norma UNE-EN 1563:2019.

Eje de accionamiento: centrado de acero inoxidable, X30Cr13 conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, (ASTM A 276 gr 420/AISI 420/14.029). En las válvulas enterradas el eje se prolongará 1,3 m sobre el que irá situado el desmultiplicador y actuador eléctrico.

Mariposa: acero inoxidable, X2CrNiMo17-12-3 conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, (ASTM A 351 gr.CF8M/ AISI 316/1.4408). Lenticular, centrada y simétrica respecto al eje de giro. Tendrá el mismo nivel de estanqueidad en las dos direcciones

de flujo. La mariposa estará unida al eje mediante un mecanizado interno y no con pasadores exteriores que estén en contacto con el agua.

Anillo: EPDM para agua potable. Continuo no vulcanizado al cuerpo y coincidente en forma, con un acanalado interior de la válvula que sirve de cuna al anillo.

Junta tórica: caucho nitrílico NBR dureza IRHD70, conforme la norma UNE-EN 681-1:1996 y accesorias posteriores.

Cojinete: PTFE (politetrafluoruro de etileno) conforme la norma BS3G 210, cargado sobre soporte de acero, o bronce.

Tornillería: acero inoxidable A2-70

Revestido de las válvulas, desmultiplicadores y protectores del eje de tensión:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Pintado: para válvulas enterradas RAL 5012 y para válvulas de la estación de bombeo RAL 5017. Con primera capa de pintura epoxi-zinc, con espesor mínimo de 50 micras, segunda capa de laca acrílica de poliuretano con espesor mínimo de 80 micras. El espesor final medio no será inferior a 130 micras. En el caso de válvulas enterradas, se pintarán conforme a la ISO 12944-5 con espesor mínimo final de 250 micras.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El marcado de las válvulas cumplirá lo especificado en el presente pliego para válvulas de mariposa ranuradas.

Si el fabricante posee Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 1074: Varios años y actualizaciones, aportará los resultados de los ensayos obtenidos con cada envío de válvulas, en caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 y realizará los ensayos expuestos en el presente pliego para válvulas de mariposa ranuradas.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado para piezas metálicas.

3.55. DESMULTIPLICADORES

Los desmultiplicadores cumplirán las especificaciones siguientes:

- Grado de protección IP-68 para inmersión continúa en agua a una profundidad de 10 metros.
- Mantenimiento: engrasados de por vida
- Estanqueidad: garantizada por juntas tóricas en todos los puntos.
- Par: variable adaptándose a las necesidades de la válvula.
- Cárter: fundición GGG-40 en una sola pieza.
- Cinemática tuerca corredera y biela, en su defecto corona sin fin.
- Caja indicadora de fin de carrera.

Los materiales de los desmultiplicadores serán de calidad igual o mayor de lo especificado a continuación:

Cárter y tapa: fundición nodular JS 1030 (GGG-40) conforme la norma UNE-EN 1563:2019.

Eje de maniobra: acero fosfatado.

Tuerca de maniobra: fundición nodular EN-JS 1060, conforme la norma UNE-EN 1563:2019, o bronce.

Junta: nitrilo.

Revestido:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Pintado de desmultiplicadores y protectores del eje de tensión: primera capa de cataforesis, con espesor mínimo de 25 micras, segunda capa de laca acrílica de poliuretano con espesor mínimo de 80 micras, RAL 5012 para válvulas enterradas y RAL 5017 para las válvulas de la estación de bombeo, el espesor final medio no será inferior a 105 micras.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario con el primer envío, el fabricante aportará 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado

correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado para piezas metálicas.

3.56. ACTUADORES

La calidad de los materiales del actuador será igual o superior a lo especificado a continuación:

Diseño:

- El actuador para las válvulas enterradas se podrá alimentar con un grupo electrógeno directo y poseerá mando local integrado y será del tipo aumamatic o similar.
- Grado de protección IP-68.
- La pletina para acoplamiento del actuador será conforme a UNE-EN ISO 5211:2018.
- El par de salida del actuador en función del diámetro de la válvula a accionar cumplirá la siguiente tabla:

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	PAR DE SALIDA (Nm)
450	4.000
500	4.000
600	4.000
700	4.000
800	8.000
900	8.000
1.000	8.000
1.200	16.000
1.400-1.600	16.000

Carcasa actuador: fundición gris EN-GJL-250 (GG-20), conforme la norma UNE-EN 1561:2012.

Sinfín actuador: acero forjado, 42CrMo4V conforme la norma DIN.

Cuerpo motor: aluminio EN AC-44100 (GD-AlSI12), conforme la norma UNE-EN 1706:2011.

Volante actuador: aluminio EN AC-42000 (GK-AlSI10Mg), conforme la norma UNE-EN 1706:2011.

Revestido:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.

- Pintado: primera capa de imprimación de un componente, segunda capa de pintura de poliuretano con óxido de hierro color RAL 9007, el espesor final medio no será inferior a 80 micras.

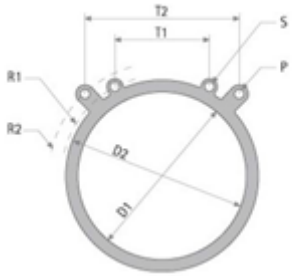
En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario con el primer envío, el fabricante aportará 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

3.57. JUNTAS DE NEOPRENO

Las juntas de neopreno se emplearán en todas las uniones entre bridas planas de los elementos de la Estación de Bombeo, colectores, válvulas, caudalímetro etc.

Dimensiones:



DN	DI	D2	E	P	R1	R2	S	T1	T2
500	Ø 500	Ø 576	5	Ø 32	305	325	Ø 26	282	463
600	Ø 600	Ø 675	5	Ø 35	360	375	Ø 29	320	536
700	Ø 700	Ø 790	6	Ø 35	418	414	Ø 29	320	508
800	Ø 800	Ø 880	6	Ø 37	468	468	Ø 32	362	577
900	Ø 900	Ø 990	6	Ø 37	517	517	Ø 32	559	752

Juntas:

Las juntas serán de neopreno de dureza 70 IRHD y conformes con la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006, en vigor, emitido por

Organismo Autorizado o Autoridad Competente, para los diámetros y presiones del presente proyecto, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y aportará en el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.58. JUNTAS DE ESTIRENO-BUTADIENO

Las juntas de estireno-butadieno se emplearán en todos los apoyos de los colectores de salida de la balsa (toma de fondo salida a riego y salida desagüe emergencia). Se colocarán 1,40 m de junta entre el apoyo del colector y el colector.

Diseño:

- Espesor: 4 mm
- Resistividad eléctrica: buena
- Resistencia a impactos: buena

Juntas:

La calidad de las juntas deberá ser igual o superior a la especificada en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad	1,5 g/cm^3	-
Alargamiento	250%	UNE 53510
Carga de rotura	3 MPa	UNE 53510
Dureza	65 SHORE A	UNE-EN ISO 868
Envejecimiento térmico: 72 horas a 72ºC	+2 Shore A	-
	+11% tracción	UNE 53510
	-12% alargamiento	-

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad ISO 9001 y garantice las especificaciones de las juntas de estireno-butadieno del presente pliego mediante ensayos realizados en laboratorios autorizados con antigüedad inferior a un año, no será necesario realizar un control de calidad de las juntas En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.59. JUNTAS DE EPDM

Las juntas de EPDM (Caucho sintético Etileno Propileno) se emplearán en todas las uniones entre bridas planas de los elementos de la Red de Riego, ventosas, válvulas, piezas especiales etc.

Juntas:

Las juntas serán de EPDM de dureza 70 IRHD y conformes con la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006, no será necesario realizar un control de calidad de las juntas, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.60. CONTADORES

3.60.1. MATERIALES Y REVESTIDO

La calidad de los contadores será igual o superior a lo especificado a continuación.

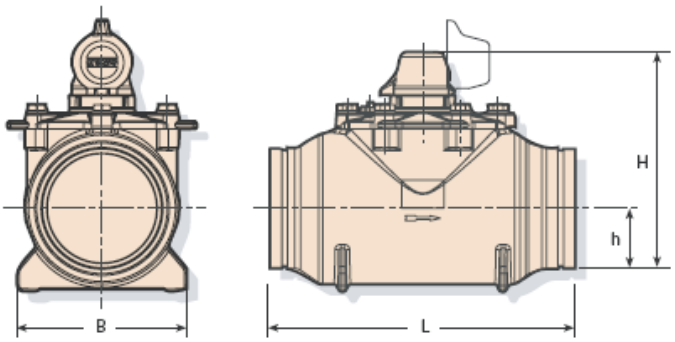
Diseño

- Directiva de Equipamiento bajo Presión 97/23/CE para los fluidos del grupo2.
- Cumplirán lo especificado en la Orden Ministerial de 28 de diciembre de 1988, por la que se regulan los contadores de agua fría y aplica la Directiva 75/33/CEE de 17.12.74.
- Bridas: no lleva, sistema VICTAULIC o similar.
- Contador cumplirá las siguientes características:
    - Clase metrológica B.
    - Error máximo admisible entre el caudal mínimo y el caudal de transición: +-5%.
    - Error máximo admisible entre el caudal de transición y el caudal máximo: +-2%.
    - Precintados de forma tal que impida, tanto antes como después de la instalación correcta del contador, el desmontaje o la modificación del contador o de su dispositivo de regulación, sin deterioro de dicho precinto.

- Equipado con mecanismos de medida intercambiables en el sitio sin que sea necesaria su recalibración y sin que se vean afectadas sus características metrológicas.

- Indicador de volumen: cumplirá las siguientes características:
  - Fácilmente legible, segura y sin ambigüedades visuales.
  - El volumen de agua se indicará en metros cúbicos.
  - El símbolo "m^3" aparecerá en la esfera del indicador o inmediatamente junto al número indicado.
  - Los colores a utilizar serán negro para el metro cúbico y sus múltiplos y el rojo para los submúltiplos de metro cúbico.

Dimensiones y pesos máximos



DIMENSIÓN	3"	4"	6"
(H) Altura (mm)	252	260	339
(B) Anchura (mm)	130	150	240
(L) Longitud (mm)	248	278	432
h (mm)	44,4	57	84,3
Peso (kg)	15,5	19	35

Cuerpo y tapa: Fundición dúctil ASTM A 536 gr 65-45-12, conforme la norma ASTM., ENJS1040 conforme la norma UNE-EN 1563

Junta: NBR ranurada

Tornillería: Acero inoxidable X5CrNi18-10 (AISI 304), conforme la norma UNE-EN 1563:98/A1:2002.

Hélice: Plástico

Rodamientos: Plástico

Revestido

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la normaUNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Calentamiento de la pieza a temperaturas entre 220ºC y 230ºC durante una hora.

- Pintado: recubrimiento en polvo epoxi-poliéster con espesor mínimo de 200 micras, excepto las partes internas mecanizadas con un espesor mínimo de 50 micras, en color azul RAL 5010.
- Tostado:
    - Las piezas de hasta 4" se someterán a temperaturas entre 210ºC y 215ºC con una velocidad de circulación de 45 cm/min.
    - Las piezas de 6" o de mayores dimensiones se someterán a temperaturas entre 210ºC y 215ºC con una velocidad de circulación de 40 cm/min.

Marcado

Todos los contadores estarán marcados de forma visible e indeleble con la siguiente información:

- Nombre o marca del fabricante.
- Clase metrológica y el caudal nominal expresado en metros cúbicos por hora.
- El año de fabricación y el número de contador, separados inequívocamente.
- Una o dos flechas que indiquen el sentido del flujo.
- El signo de aprobación del modelo o, en su caso, de aprobación de modelo CEE.
- La presión máxima de servicio en bar, en el caso de que sea superior a 10 bar.
- La letra V o H, si el contador sólo puede utilizarse en la posición vertical (V) u horizontal (H).

3.60.2. CONTROL DE CALIDAD

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos y Certificado de Producto del resto de los materiales conforme la normativa expuesta en el presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y aportará con el primer envío 3 elementos completos o probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para la realización de los ensayos que la empresa ejecutora considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y del ranurado se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas. Las verificaciones periódicas según norma ITC 279/2008.

El fabricante realizará los ensayos que se indican a continuación conforme las normas UNE-EN 14154 y UNE-EN 14268.

3.60.3. PRUEBAS DE FÁBRICA

Deberán reproducirse en el banco de ensayos las condiciones de instalación del contador en hidrante, junto con el resto de elementos.

Los contadores se probarán con el fin de comprobar la precisión de los mismos. No sólo se observará la estanquidad sino la calidad de funcionamiento del contador y emisor de pulsos.

Los bancos de pruebas estarán preparados para poder realizar ensayos reproduciendo las siguientes condiciones:

a. Según indique la Dirección de Obra (D.O.), instalación del contador aislado y/o en el conjunto hidrante con el resto de elementos, y en el correcto orden de disposición.
b. Según indique la D.O., se deberán reproducir geométricamente las condiciones de entrada de las tuberías que conectan con la línea del hidrante, respetando materiales, diámetros interiores, así como elementos de conexión entre los mismos.
c. Tamaños 3”, 4” y 6”.
d. Los márgenes de caudal y presión serán los suficientes como para realizar todos los ensayos previstos en este protocolo.

Los aparatos de medidas deberán estar verificados por una empresa homologada por el Organismo pertinente. La Dirección de Obra podrá contrastar los aparatos del banco.

Todos los contadores serán sometidos a una inspección visual general con el fin de detectar posibles desperfectos. En el caso de existir no conformidades se registrarán para poder revisar la subsanación del problema.

Todos los contadores deberán llevar una etiqueta en donde se refleje:

1. Modelo
2. Descripción
3. Nº de serie
4. Fecha de fabricación
5. En todos los contadores, y en lugar visible, se marcarán los siguientes datos:

6. Nº del contador (indicación de la D.O.)
7. Caudal nominal de trabajo (Q_3) en m³/h o l/s

En al menos tres contadores de cada diámetro y presión se obtendrán las medidas geométricas: Diámetro de la ranura, diámetro de la sección interior, altura del contador, ancho del mismo, etc.

Todos los dispositivos de contaje estarán debidamente precintados, de manera que no puedan ser manipulados fácilmente, y en caso contrario quede constancia de ello.

Las pruebas se efectuarán sobre lotes de cada diámetro sorteados por la Dirección de obra, y se incluirán cuatro contadores de cada lote de cincuenta contadores o fracción. El número de contadores de cada lote y los de prueba se podrán alterar conforme a las exigencias de la obra.

La prueba del contador y del emisor de pulsos será la siguiente: Se comparará el volumen medido en el hidrómetro y el medido en el contador o volumen de referencia. El resultado es satisfactorio si el resultado es de + 2% del volumen del contador o volumen de referencia. La prueba se realizará con un volumen de 5 m³ de agua en los de 6” y de 2 m³ de agua en los de 4” y 3”. Al mismo tiempo que se realiza la prueba del contador se comprobará que el emisor de pulsos funciona con el ratio previsto de pulsos/Ud. de volumen.

La aceptación de los lotes precisa del siguiente cumplimiento:

- Que los cuatro contadores cumplan satisfactoriamente la prueba.
- Que el incumplimiento de la prueba de tan sólo uno de los contadores, los cuatro contadores del lote extraídos en un segundo muestreo cumplan satisfactoriamente la seis prueba.
- Según indique la Dirección de Obra, si se incumplen los anteriores puntos se obligará al proveedor a volver a calibrar todos los contadores o todo el lote de contadores quedará rechazado, prescribiéndose todo él para instalación en obra.

3.61. FILTRO DE CADENAS

La calidad de los materiales de los filtros de cadenas será igual o superior a lo especificado a continuación. En este proyecto, se valora que todos los materiales que forman sistema de filtrado (dos filtros con capacidad de filtrado de 1.700 l/s) sean en **acero inoxidable AISI304L**, condicionado a la comprobación del pH del agua a filtrar, en diferentes épocas del agua y con un sistema de medición continuo para extraer las oportunas conclusiones.

Chapas y perfiles metálicos: Acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR, conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006.

Tubos: Acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR, conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220: 2004.

Tela metálica:

Acero inoxidable X5CrNi18-10 (AISI 304) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2006, con paso de 1,5 mm.

Cadena:

Acero galvanizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:99, la calidad del cinc empleado será de calidad UNE-EN 1179:2004.

Boquillas: Latón

Tornillería: Acero inoxidable tipo AISI 304 A2, conforme la norma UNE-EN ISO 3506.

Revestido:

- Elementos metálicos sumergidos:
- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
- Pintado con brea-epoxi de color negro y espesor medio de 250 micras.
- Elementos incorporados:
- Sobre la pintura origen del fabricante se aplicará una capa de pintura tipo epoxi de alto cuerpo y una capa de poliuretano alifático de color azul RAL 5007. El espesor medio total no será inferior a 125 micras.
- Elementos galvanizados:
- Galvanizado en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:99. Espesor medio y espesor local no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99.

Marcado:

Sobre la carcasa de cada filtro, de forma indeleble, se indicarán como mínimo las siguientes características:

- Diámetro de la brida
- Gasto máximo y gasto recomendado
- Tipo de protección
- Grado de filtrado
- Presión máxima de trabajo
- Marca, modelo y fabricante

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante con el primer envío aportará 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los elementos de los que no aporten el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

3.62. TORNILLOS SINFÍN

La calidad de los materiales del tornillo sinfín será igual o superior a lo especificado a continuación.

Tornillo sinfín: acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006.

Revestido:

El proceso de pintado comprenderá las siguientes fases:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE- EN ISO 8501-1:2008.
- Revestido con brea-epoxi con un espesor medio de 250 micras.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, con el primer envío el fabricante aportará 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el certificado correspondiente, para realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

3.63. COMPUERTAS

3.63.1. COMPUERTAS

La calidad de los materiales de las compuertas será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño:

- Pletina para conexión con actuador conforme a la norma UNE-EN ISO 5211:2001.
- Husillo ascendente.
- Fijación a la pared mediante pernos de expansión de acero inoxidable tipo HILTI o similar.
- Sellada por los 4 lados.

Perfiles, marco, tablero, columna, pasamanos del carril, pletinas, tornillería: acero inoxidable tipo 14301 (AISI 304) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2006.

Husillo: acero inoxidable tipo AISI 303.

Carril de rodadura: polietileno de alta densidad.

Tuerca de arrastre: latón.

Junta de estanqueidad: EPDM dureza Shore 60 conforme la norma UNE 681-1.

Acabado: granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2002.

3.63.2. DESMULTIPLICADORES

La calidad de los materiales de los desmultiplicadores de las compuertas será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño:

- Mantenimiento: engrasados de por vida.
- Estanqueidad: garantizada por juntas tóricas en todos los puntos.
- Grado de desmultiplicación 4:1.
- Cárter: fundición en una sola pieza.
- No existencia de contactos metal-metal, ni siquiera en tornillería.

Eje: acero para temple y revenido tipo 17225 (42CrMo4V) conforme la norma UNE-EN 10083-1:1997.

Cuerpo: fundición nodular JS 1030 (GGG-40) conforme la norma EN 1563:97/A2:2006.

Revestido:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2002.
- Pintado: primera capa de imprimación de un componente, segunda capa de pintura de poliuretano con óxido de hierro, el espesor final medio no será inferior a 80 micras.

3.63.3. CONTROL DE CALIDAD

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, con el primer envío el fabricante aportará 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de todos los materiales de los que no aporte el certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar para realizar los controles que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido de los desmultiplicadores y de las soldaduras de las compuertas y desmultiplicadores, se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

3.64. COMPUERTAS CON MEDIDOR DE CAUDAL Y MEDIDOR DE NIVEL

El proyecto contempla la instalación de dos (2) compuertas modelo Slipmeter o similar, para controlar y regular el caudal de entrada a la balsa de regulación.

Se proyectan compuertas con medidor de caudal, medidor de nivel, motorización, automatismo, alimentación solar, baterías y telecomunicaciones

Las compuertas Slipmeter o similar pueden operar con las siguientes consignas:

Objetivo de control		Accionamiento de la compuerta
Local	Posición	Se abre hasta la consigna programada y permanece en esa posición
	Caudal	Mantiene una consigna de tasa de caudal aunque los niveles hídricos aguas arriba y aguas abajo oscilen

Fuente: Regaber.com

De forma remota se pueden programar las compuertas para mantener de forma automática la consigna elegida. Las compuertas se moverán de forma

automática las veces necesarias para entregar un caudal exigido. Las compuertas también pueden ser operadas en forma manual mediante el pedestal.

Esta tipología de compuerta permite a la Comunidad de Regantes consultar el caudal y la consigna de forma remota en cualquier momento. Además, se dispone de un archivo automático con el histórico de datos de caudal que se solicite, disponible para la comunidad en cualquier momento.

La compuerta con medición de caudal tipo Slipmeter o similar es también un medidor de caudal muy preciso y por ello, el usuario dispondrá de información del caudal en el canal en tiempo real.

El diseño de esta tipología de compuerta permite que la compuerta, el sistema de accionamiento, el sistema de medición ultrasónica, la fuente de energía por placas solares, el sistema de telemetría, el teclado de control local y el software funcione como una sola unidad.

La descripción de los elementos integrantes de esta compuerta es:

3.64.1. COMPUERTA MURAL

- Compuerta Mural de aluminio extruido de calidad marina
- Tablero de construcción laminada de aluminio con núcleo sintético
- Estanqueidad 4 lados
- Pozo tranquilizante totalmente integrado en el lado izquierdo del marco de la compuerta para la instalación de un sensor de nivel hídrico de ultrasonidos
- Rendimiento del cierre < 0,02 l/seg por metro lineal de junta (superior a las normas americanas y Europeas AWWA C513 y DIN 19569)
- Marco auxiliar de aluminio extruido de calidad marina.
- Hardware de acero inoxidable
- Ejes de acero inoxidable AISI 316
- Juntas de caucho EDPM dureza Durometer 70 (Shore A)
- Banda de desgaste de PVC
- Accionamiento mediante motor eléctrico 12VDC totalmente integrado en la compuerta y cable de acero (sin husillo)
-

3.64.2. MEDICIÓN DE CAUDAL

- Caudalímetro de ultrasonidos en la parte frontal de la compuerta, aguas arriba. Sección cuadrada. Envolvente de aluminio.
- Tecnología de ondas ultrasónicas multihaz mediante tiempo de tránsito

- Sensores: 32 sensores ultrasónicos individuales, organizados en cuatro cartuchos, en 8 planos de medición. Dispuestos a 11,5 o 45º.
- Precisión ≤ ± 2.5% (*)
- Resolución de la medición del tiempo de tránsito: 100 picosegundos
- Frecuencia de medición ≥ 2,5 s
- Medición del caudal instantáneo (l/s o m^3/s)
- Registro del volumen totalizado (litros o m^3)

(*) Precisión en condiciones de Laboratorio

3.64.3. MEDICIÓN DE NIVEL HÍDRICO

- Sensor de nivel mediante tecnología de ondas ultrasónicas
- Sensor totalmente integrado en el marco de la compuerta
- Fabricado en aluminio anodizado de calidad marina y plástico de copolímero de acetilo con accesorios de acero inoxidable y conectores bañados en oro.
- Sistema autónomo de auto-calibración mediante punto de referencia.
- Incorpora tubo de aluminio para estabilización del agua.
- Incorpora filtro de entrada para partículas en suspensión y residuos
- Precisión ≤± 0,5 mm
- Resolución ≤ 0,1 mm
- Comunicación mediante protocolo Modbus RTU

3.64.4. PEDESTAL DE CONTROL LOCAL

- Pedestal de control de aluminio anodizado de calidad marina, totalmente intemperie
- Acceso seguro mediante puerta abatible, llave, cerradura y contraseña de usuario.
- Autómata PLC integrado dentro del pedestal
- Protocolos de comunicación estándar no cautivos: Modbus, DNP3 y MDLC
- Almacenamiento de datos en memoria no volátil
- Control local y remoto (SCADA)
- Pantalla LCD de 4 líneas y teclado para control local
- Idiomas de la pantalla incorporados: español, inglés, francés, italiano e chino

- Radio modem UHF y/o modem 3G totalmente integrado dentro del pedestal para telecomunicaciones con SCADA
- Antena 3G/UHF, bidireccional/omnidireccional. Cable coaxial 6 metros para conexión a radio módem
- Sistema de control de energía solar y baterías mediante regulador de carga integrado dentro del pedestal
- Cableado entre Pedestal y compuerta incluido

3.64.5. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

- Fuente de energía solar fotovoltaica mediante panel solar monocristalino de 85 W y baterías de 12VDC
- Mástil de 6 metros de aluminio para la ubicación de panel solar y antena de telecomunicaciones.
- Sensor de temperatura en batería integrado
- Baterías de gel de bajo mantenimiento 12VDC mínimo 52 Ah
- Regulador de carga 12VDC
- Protecciones eléctricas
- Autonomía mínima de la batería 5 días sin panel solar

3.64.6. ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO

- Motor eléctrico de 12VDC y reductor
- Finales de carrera abierto/cerrado
- Encoder de posición
- Accionamiento mediante cable de acero inoxidable. Sin engrases
- Control de posición mediante encoder. 256 conteos del codificador magnético
- Accionamiento auxiliar manual mediante manivela
- Accionamiento auxiliar eléctrico mediante batería externa y botonera auxiliar

3.64.7. OBJETIVOS DE CONTROL

- Control Local o Remoto mediante SCADA
- Control por pulsador: Se abre o cierra mediante pulsador manual
- Control por posición: Se abre o cierra hasta la consigna de posición programada y permanece en esa posición
- Control por caudal: Mantiene una consigna de caudal, aunque los niveles hídricos aguas arriba y aguas abajo oscilen. Autorregulación

- Nivel aguas arriba: Mantiene una consigna de nivel de agua programada en el tramo de canal aguas arriba, aunque el caudal oscile. Autorregulación

3.65. BOMBAS

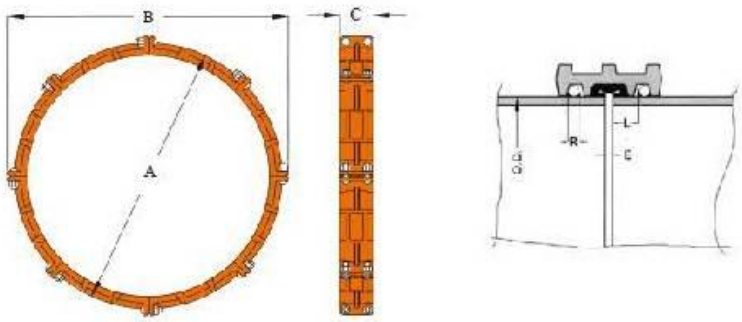
Las bombas de la estación de bombeo serán horizontales, centrífugas, de doble aspiración y de cámara partida, con carcasa dividida axialmente. El diseño de todos los componentes de la bomba se ajustará a las especificaciones recogidas en la norma UNE-EN ISO 9905:99/2006 ó 9906:2000 Grado I.

Las características de las bombas y las dimensiones de las bancadas cumplirán lo especificado en el correspondiente anejo y planos del presente proyecto.

Las bombas funcionarán a 1500 rpm.

El rendimiento a régimen máximo tiene que superar el 80 %.

Las uniones de las bombas al colector de aspiración y de impulsión cumplirán las características de uniones ranuradas según siguiente tabla o mediante uniones con bridas:



Tamaño nominal (mm)	Máxima presión de trabajo (bar)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Separación final de la tubería E (mm)
250	40	306	380	83	4.8
300	40	369	450	86	4.8
400	35	455	547	93	6.4
500	35	570	660.1	110	9.5
600	35	690	762	123	9.5
700	28	806	902	171	12.7
800	28	908	1003	171	12.7
900	24	1010	1103	171	12.7

Tamaño nominal (mm)	Máxima presión de trabajo (bar)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Separación final de la tubería E (mm)
1000	20	1135	1229	198	15.9

3.65.1. MATERIALES Y REVESTIDO

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

- Cuerpo: Fundición gris: GG-25 / EN-GJL 250 conforme la norma UNE-EN 1561:98
- Impulsor: Bronce rojo B 584 C 83600 según la norma ASTM.
- Aro rozante del cuerpo: Bronce rojo B 584 C 93800 según la norma ASTM.
- Aro rozante del impulsor: Bronce rojo B 584 C 83600 según la norma ASTM.
- Camisa del eje: Bronce rojo B 584 C 83600 según la norma ASTM.
- Eje: Acero al carbono AISI 4140.
- Bancada: Acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma norma UNE-EN 10025:2006.
- Revestido de bombas y bancadas:
- Preparación de la superficie: granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Imprimación: antioxidante rico en zinc con espesor mínimo de 45 micras.
- Pintado: resina epoxi en color azul RAL 5017 con espesor mínimo de 45 micras.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN ISO 9905:99/2006 o 9906:2000, no será necesario realizar un control de calidad de las bombas, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado y realizará los ensayos que se indican en el apartado correspondiente del presente pliego, conforme la norma UNE-EN ISO 9905:2006 o UNE-EN ISO 9906:2000 Grado I.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de

Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y del ranurado de las bombas se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas.

El control del revestido y de las soldaduras de las bancadas de las bombas se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

3.65.2. MARCADO

Todas las bombas presentarán una placa de identificación, de material resistente a la corrosión, fijada de forma firme y segura a la bomba. Además indicarán mediante una flecha en relieve de construcción duradera e indeleble el sentido de giro de la misma.

Como mínimo dicha placa especificará lo siguiente:

- Nombre o marca comercial.
- Dirección del fabricante/suministrador
- Número de identificación de la bomba
- Tipo de bomba
- Tamaño
- Caudal
- Presión (mca)

El número de serie de la bomba también estará estampado en la envolvente de la bomba.

3.66. MOTORES

La calidad de los materiales del motor será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño:

- Tensión de trabajo 400/690 V trifásico más neutro
- Frecuencia de trabajo 50 Hz
- Régimen de trabajo máximo de 1500 rpm
- Altitud de trabajo de 953 m sobre el nivel del mar
- Grado de protección superior a IP 55

- Eficiencia tipo IE3
- Aislamiento clase F
- Calentamiento tipo B
- Rendimiento a 100% del Régimen superior al 94 %
- Factor de potencia inferior al 0,75 en arranques y próximo a 0,87 en funcionamiento estable
- Nivel de ruido a 100% inferior a 80 dB
- Devanados y características necesarias para trabajo con variador de frecuencia (los motores que lo necesitan).
- Rodamientos de bolas.
- Sondas PT-100 en cada uno de los devanados de cada fase.
- Sondas PT-100 de 3 hilos en los cojinetes delanteros y traseros.
- Resistencias de caldeo.
- Los motores de potencia superior o igual a 110 kW presentarán el rodamiento trasero aislado o escudo aislado.

El diseño de todos los componentes del motor se ajustará a las especificaciones recogidas en las normas NEMA o en las normas IEC.

Cuerpo del motor: Fundición de hierro. EN-GJL 200 (GG-20), conforme la norma UNE-EN 1561:98.

Eje: Acero al carbono AISI/SAE 1045.

Tarjeta de identificación: Acero inoxidable SAE 1600.

Revestido:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la UNE-EN ISO
- 8501-1:2008.
- Pintura en polvo epoxi-poliéster en color azul RAL 5017 de 150 micras de espesor de película seca.
- Polimerizado al horno hasta 210º C.

El fabricante poseerá Certificado de Calidad de Empresa ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de los materiales metálicos no será necesario realizar un control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 probetas de 15x15cm o 3 elementos completos de cada tipo de material de los que no aporte el certificado

correspondiente, para la realización de los controles oportunos por parte del Contratista.

En cuanto la soldadura y revestido cumplirán lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

El motor contará con una placa de identificación resistente a la corrosión y fijada firme y seguramente al motor. En ella como mínimo se indicará la potencia del motor, el nombre del fabricante y el número de identificación.

3.67. COLECTORES

La calidad de los materiales de los colectores, incluso de los apoyos de los mismos, serán igual o superior a lo especificado a continuación.

Tuberías y chapas para la fabricación de otros elementos:

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220:2004.

Bridas:

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006. Las dimensiones de las bridas cumplirán la norma UNE-EN 1092-1-2:2008 (ISO 7005-2).

Tornillería:

Tornillos de calidad 8.8, zincados, conformes con la norma UNE-EN ISO 898-1:2000.

Tuercas de calidad 8 zincadas, conformes con la norma UNE-EN 20898-2:1994.

Arandelas de calidad 8 zincadas conformes con la norma UNE-EN ISO 887:2000.

Juntas de estanqueidad:

Dureza IHRD 70 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006

Revestido

El proceso de pintado comprenderá las siguientes fases:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.
- Revestido interior: pintura en polvo epoxi-poliéster de 120 micras de espesor, en color azul RAL 5017.
- Revestido exterior: primera capa de pintura epoxi-poliamida de 80 micras de espesor, segunda capa de poliuretano alifático de 2 componentes de 40 micras de espesor en color azul RAL 5017.
- La cara plana de todas las bridas de los colectores y de las piezas variables estará mecanizada y sin pintar.

Fabricación:

En la fabricación de tubería no comercial, esta se realizara en longitudes mínimas de tres metros, realizando la preparación de bordes adecuada para la unión de los respectivos carretes, todo esto de acuerdo a las longitudes exigidas en la obra.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 probetas de 15x15cm o 3 elementos completos de cada uno de los materiales que no posea Certificado 3.1 o Certificado de Calidad de Producto para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido, soldaduras y ranurado se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

En el caso de que el Director de Obra exija que los colectores sean soldados en obra en lugar de embridados como se especifica en el presente pliego, las soldaduras serán de calidad radiográfica y se comprobará el 25% de la longitud de los cordones de soldadura mediante ensayos radiográficos realizados en obra.

3.68. ESTRUCTURA METÁLICA

3.68.1. MATERIALES Y REVESTIDO

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

Perfiles:

Acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006 y estará de acuerdo, en todo lo que le afecte, con lo prescrito en el punto 2.1 de la norma NBE EA-95.

Tornillos, tuercas y arandelas:

Las características de la tornillería a emplear se ajustará a lo prescrito en el punto 2.5 de la norma NBE EA-95.

Se usarán tornillos cincados de alta resistencia tipo 10.9 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2000, tuercas cincadas tipo 10.9 conforme la norma UNE-EN 20898-2:94 y arandelas cincadas tipo A 300 HV conforme la norma UNE-EN ISO 887:2000.

Revestido:

La preparación de las superficies se realizará mediante granallado hasta el grado SA 2 ½ según norma UNE-EN ISO 8501-1:2002.

Una mano de imprimación antioxidante tipo fosfato de zinc con un espesor de 40 micras de película seca de la marca HEMPEL ó equivalente.

Una mano de acabado en taller y retoques en obra a base de esmalte sintético con un espesor de 40 micras de película seca en color verde RAL 6005.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme lo especificado en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío 3 probetas de 15x15cm o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no posea Certificado 3.1, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control de calidad del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas.

3.68.2. FABRICACIÓN

La estructura metálica se fabricará para ser totalmente atornillada en obra. Sólo se podrán realizar soldaduras "in situ", fuera de la fábrica, las uniones con las placas de anclaje.

El corte para la obtención de chapas y rigidizadores, se ejecutará con máquinas automáticas de oxicorte.

El corte de perfiles laminados se ejecutará con sierra mecánica por arranque de viruta, quedando prohibido el corte por oxicorte manual o mecánico.

Los pernos de anclaje serán roscados, queda prohibido el empalme de varilla roscada.

Los arriostrados se fabricarán con barras redondas roscadas en ambos extremos, quedando prohibido el empalme de varilla roscada.

3.69. ESCALERAS Y ACCESOS

3.69.1. MATERIALES Y REVESTIDO

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño:

- Perfiles conforme el anejo 2.A1 de la NBE EA-95
- Tornillos de cabeza hexagonal y rosca parcial conforme la norma UNE-EN ISO 4014:2001
- Tuercas hexagonales conforme la norma UNE-EN ISO 4033:2001
- Arandelas planas conforme la norma UNE-EN ISO 7089:2000

Perfiles, chapas de anclaje y pletinas: acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025:2006.

Trámex: acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR según la norma UNE-EN 10025:2006.

Tornillos, tuercas y arandelas:

Tornillos: acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2000

Tuercas: acero zincado de calidad 8 conforme la norma UNE-EN 20898-2:94

Arandelas: acero zincado de calidad A conforme la norma UNE-EN ISO 887:2000

Revestido de perfiles, chapas de anclaje y pletinas:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2002.
- Pintado: tratamiento anticorrosivo y esmalte en color verde navarra RAL 6005, espesor mínimo de 125 micras.

Revestido del trámex:

Galvanizado en caliente por inmersión conforme la norma UNE-EN ISO 1461: 99. Espesor medio y espesor local no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99.

3.69.2. CONTROL DE CALIDAD

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante, aportará en el primer envío 3 probetas de 15x15cm o 3 elementos completos de cada uno de los materiales que no posea Certificado 3.1 para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control de calidad del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo expuesto en el presente pliego para piezas metálicas.

3.70. PANEL PREFABRICADO DE HORMIGÓN

3.70.1. 2.49.1.NORMAS DEL PRODUCTO

Todos los elementos prefabricados de hormigón se fabricarán conforme a la norma EHE-08 y al Reglamento técnico RT-08, además de las normas específicas que lleva asociado el hormigón que irá en función de los materiales a emplear y que se han especificado en el apartado 3.4 de este pliego. Además, deberá cumplir con la norma propia del producto:

UNE-EN 14992:2008 "Productos Prefabricados de Hormigón. Elementos para muros".

3.70.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

El cerramiento de la estación de bombeo se realizará con paneles prefabricados de hormigón armado, de resistencia característica HA-35, malla corrugada electro soldada y barras de refuerzo de acero de limite elástico 500 Mpa, de espesor 16 cm, macizo, acabado exterior "Árido visto normal" y fratasado gris en la cara interior, cuya calidad será igual o superior a lo especificado a continuación:

Hormigón: HA-35, cumplirá lo especificado en la EHE-08.
Juntas: poliuretano.
Revestido: exteriormente con hormigón y acabado con árido visto normal.

Interiormente hormigón de calidad similar al especificado en el presente pliego.

Los prefabricados de hormigón se ajustarán a las formas, dimensiones y características especificadas en los planos. El fabricante o el Contratista realizará los planos de taller necesarios para la ejecución de las piezas, que someterá a la aprobación del Director de la obra.

Los planos de construcción contendrán, de manera inequívoca:

- Las dimensiones que definan exactamente las piezas a realizar.
- Las tolerancias de fabricación.
- El despiece y disposición de armaduras, con detalle de recubrimientos.
- Los elementos previstos para suspensión, transporte y manipulación.

- Las condiciones de transporte y apoyo provisional en taller y obra.
- La descripción del montaje y ensamblaje en obra.
- Las marcas de identificación y/o secuencias de montaje que no figuren expresamente en los planos de proyecto.

El Contratista deberá obtener, previamente al comienzo del suministro o fabricación, la aprobación del Director de la obra para cualquier modificación en las formas, armaduras o su distribución. Para ello, mantendrá disponibles todos los cálculos e información que el Director de la obra considere necesarios para la justificación técnica de la solución propuesta.

Los materiales constituyentes de todos los elementos prefabricados de hormigón, deberán cumplir con las especificaciones de la EHE-08.

3.70.3. CONTROL DE CALIDAD

Los elementos prefabricados de hormigón al estar incluidos dentro del campo de aplicación de la Directiva Europea 89/106/CEE (así como su posterior modificación Directiva93/68/CEE) tienen como requisito indispensable para su comercialización y uso la posesión del Marcado CE.

En el caso de elementos prefabricados que dispongan del marcado CE, según lo establecido en la Directiva 89/106/CEE, su conformidad podrá ser suficientemente comprobada mediante la verificación de que las categorías o valores declarados en la documentación que acompaña al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones del proyecto, no siendo aplicable en este caso lo dispuesto en el Real Decreto 1630/1980, de 18 de julio, es decir, no será necesaria la autorización de uso.

La naturaleza del producto y del uso que se le vaya a dar al mismo establece los sistemas mínimos de evaluación, siendo el sistema 4 el menos exigente, siendo el correspondiente a los paneles de hormigón. Se solicitará como mínimo:

- Marcado CR (Etiquetado CE).
- Declaración CE de Conformidad: Documento que emite y responsabiliza al fabricante del cumplimiento del Marcado CE.

En el caso de elementos prefabricados con marcado CE de conformidad con una norma europea armonizada específica, la comprobación de la geometría se efectuará mediante la comprobación de la documentación del marcado CE.

Se comprobará que las dimensiones geométricas de cada elemento presentan unas variaciones dimensionales respecto a las dimensiones nominales de proyecto, conformes con las tolerancias definidas en el Anejo nº 11 de la EHE-08.

3.70.4. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Con carácter general todos los prefabricados deberán ir acompañados de la siguiente documentación:

Albarán u hoja de suministro: El contenido de este documento será conforme con los preceptos indicados en el Anejo nº 21 de la EHE-08 debiendo contener, como mínimo, la siguiente información:

- Identificación del suministrador
- Número del certificado de marcado CE (en caso de que aplique)
- Número de serie de la hoja de suministro
- Nombre de la instalación de prefabricación
- Identificación del peticionario
- Fecha y hora de entrega
- Identificación de los materiales empleados
- Designación de los elementos suministrados
- Cantidad de elementos suministrados
- Identificación del lugar de suministro

Especificaciones técnicas que comprendan:

- Instrucciones para el manejo, almacenamiento y transporte.
- Especificación de montaje para la instalación. Especificaciones de producción consistentes en:
- Planos de producción con los detalles de los productos prefabricados.
- Datos de producción con las propiedades requeridas de los materiales y de las tolerancias de los productos y de los pesos.

Especificaciones de montaje consistente en:

- Planos de instalación consistentes en plantas y secciones con la posición y las conexiones de los productos en los trabajos terminados.
- Datos de instalación con las propiedades requeridas in situ de material.
- Instrucciones de instalación con los datos necesarios para el manejo, almacenaje, ajuste, conexión y trabajos de finalización.

Información técnica consistente en datos generales que describen el producto y su utilización. Contendrá esquemas con las dimensiones principales, indicaciones de las prestaciones que correspondan y cualquier otra información de utilidad que pueda definir el uso del producto.

3.70.5. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

En el proceso de transporte se deberá tener en cuenta, como mínimo, las siguientes condiciones:

- El apoyo sobre las cajas del camión no deberá introducir esfuerzos en los elementos no contemplados en el correspondiente proyecto.
- La carga deberá estar atada para evitar movimientos indeseados de la misma.
- Todas las piezas deberán estar separadas mediante los dispositivos adecuados para evitar impactos entre las mismas durante el transporte.
- En el caso de que el transporte se efectúe en edades muy tempranas del elemento, deberá evitarse su desecación durante el mismo.

Para su descarga y manipulación en la obra, el Constructor, o en su caso, el Suministrador del elemento prefabricado, deberá emplear los medios mecánicos de descarga adecuados a las dimensiones y peso del elemento, cuidando especialmente que no se produzcan pérdidas de alineación o verticalidad que pudieran producir tensiones inadmisibles en el mismo. Si alguno de ellos resultara dañado, pudiendo afectar a su capacidad portante, se procederá a su rechazo.

Se adoptarán las medidas de seguridad que procedan para que el personal no corra riesgo de accidentes.

Las zonas de acopios serán lugares suficientemente grandes para permitir la gestión adecuada de los mismos sin perder la necesaria trazabilidad, a la vez que sean posibles las maniobras de camiones o grúas, en caso de que esto sea necesario. Del mismo modo, el terreno deberá presentar una consistencia suficiente para soportar el peso de las piezas, estará alejado de cursos o corrientes de agua y se emplazará en un lugar que reúna las máximas condiciones en cuanto a seguridad frente a sustracciones.

Los lugares de acopio se establecerán de manera que los desplazamientos de todo tipo de los elementos prefabricados dentro de la obra, sean lo más reducidos posibles, debiéndose situar, preferiblemente, en las proximidades de sus emplazamientos definitivos.

Los elementos deberán acopiarse sobre apoyos horizontales que sean lo suficientemente rígidos en función de las características del suelo, de sus dimensiones y del peso. De cualquier manera, la altura de los acopios estará en relación a la resistencia de cada elemento, de modo que no se produzcan roturas por la acción de un peso excesivo de la pila de almacenamiento.

En su caso, las juntas, fijaciones, etc., deberán ser también acopiadas en un almacén, de manera que no se alteren sus características y se mantenga la necesaria trazabilidad.

3.71. CUBIERTA Y CERRAMIENTO INTERIOR

Cubierta:

Se realizará con paneles sándwich tipo: plana nervada / plana nervada, 50 x 1000, PUR-A, cumplirá las siguientes especificaciones, así como las indicadas en la norma UNE-EN 14509:2007:

- Homologado por sello AENOR de empresa y producto.
- Espesor de la chapa superior e inferior 0,5 mm. Prelacadas exteriormente en color "rojo teja" RAL 7001e interiormente en color "blanco pirineos", espesor mínimo del prelacado 25 micras.
- Núcleo de espuma rígida de poliuretano de densidad media 40 kg/m3.
- Espesor total del panel 50 mm.
- Peso máximo 10,8 kg/m^2.
- Panel con nervio central de refuerzo.
- Resistencia al fuego tipo bs3d0 conforme el Código Técnico de Edificación (M- 1 conforme la norma UNE 23727:90).
- Tornillería oculta mediante tapajuntas.

Cerramiento interior:

El cerramiento interior de la estación de bombeo se realizará con paneles sándwich que cumplirá las siguientes especificaciones así como las indicadas en la norma UNE-EN 14509:2007:

- Homologado por sello AENOR de empresa y producto.
- Espesor de la chapa superior e inferior 0,5 mm. Prelacadas exteriormente e interiormente en color "blanco pirineos", espesor mínimo del prelacado 25 micras.
- Núcleo de espuma rígida de poliuretano de densidad media 40 kg/m3.
- Espesor total del panel 35 mm.
- Peso máximo 10,5 kg/m2.

- Resistencia al fuego tipo bs3d0 conforme el Código Técnico de Edificación (M-1 conforme la norma UNE 23727:90).
- Tornillería oculta mediante tapajuntas.

Remates:

- Espesor de la chapa 0,6 mm. Prelacada exteriormente en color "verde navarra" RAL 6005 e interiormente en color "blanco pirineos", espesor mínimo del prelacado 25 micras.
- Dimensiones 3,5 m x 1,25 con 50 cm de fondo.

Lucernario:

Policarbonato celular con las siguientes características:

- Espesor: 30 mm +- 0,8 mm
- Peso: 4 kg/m^2
- Color: transparente
- Resistencia a temperatura: -40 ºC a +100 ºC.
- Impacto Gardner < 40 Joules
- Impacto a cuerpos blandos: resistente conforme la norma BS 6206.
- Valor k 1,9 W/m^{2}k
- Insonorización <= 22 dB.
- Coeficiente de dilatación térmica: 7x10-5 l/C.
- Transmisión térmica: 52% +- 5%.
- Transmisión solar: 67% +- 5%.
- Protección contra los rayos ultravioletas.
- Garantía: 10 años.

Canalones:

Conformado de chapa plegada con boquillas y tapas, galvanizada de 1,5mm de espesor y 1m de desarrollo.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE-EN 14509:2007 de los paneles y Certificado de Calidad del lucernario conforme la norma UNE-EN 1013-4:2000, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará en el primer envío 3 probetas de 15x15cm o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no posea el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

3.72. CERRAMIENTO EXTERIOR

3.72.1. MATERIALES

El cerramiento se realizará con paneles prefabricados de 15cm de espesor total cuya calidad será igual a superior a lo especificado a continuación.

Hormigón: cumplirá lo especificado en la EHE-08.

Juntas: poliuretano.

Revestido: exteriormente con hormigón blanco y acabado con árido blanco MACAEL.

Interiormente hormigón de calidad similar al especificado en el presente pliego.

3.72.2. FABRICACIÓN Y COMPROBACIONES

Paneles de encofrado:

Los paneles se fabricarán con moldes que cumplan las siguientes características:

- Metálicos horizontales
- Abatibles a 85º
- Los diferentes elementos que componen el molde estarán bien ajustados, formando un conjunto estanco para evitar las pérdidas de lechada.
- Las diferentes piezas de los paneles se hormigonarán de forma continua sin que se realicen juntas de hormigonado.
- Irán provistas de elementos de manipulación y elevación colocados por encima del centro de gravedad.
- Resistencia al fuego de 240 minutos.

Desmoldeo:

La resistencia inicial para el desmoldeo de las piezas de los paneles será superior a 100 N/mm2 y se realizará conforme al apartado correspondiente de la EHE-08.

Las piezas se almacenarán en vertical y separadas entre ellas para permitir la libre circulación del aire para su secado.

Control dimensional:

- Longitud +- 1,8 mm
- Altura +- 0,6 mm
- Espesor mínimo de 15 cm +- 5 mm
- Planeidad < 2%

Inspección visual:

Los paneles presentarán sus aristas perfectamente definidas, estarán exentas de grietas, coqueras o cualquier otro desperfecto que pueda afectar sus condiciones de funcionalidad.

Acabado liso, fratasado la cara exterior en árido blanco MACAEL.

Marcado:

Todos los paneles estarán perfectamente identificados de forma inequívoca con el marcado de trazabilidad correspondiente.

El fabricante del cerramiento poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y garantizará documentalmente el cumplimiento del presente pliego.

3.73. VIDRIO PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO

La calidad del vidrio para las ventanas de la estación de bombeo será igual o superior a lo especificado a continuación.

Vidrio: blindaje transparente de 3+3mm..

Intercalario: butiral de 0,38 mm de espesor.

El fabricante poseerá Certificado de homologación del vidrio en vigor para el nivel de seguridad A dentro de la categoría de Impacto Manual, conforme a la Orden 13 de marzo de 1986 del Ministerio de Industria y Energía o Certificado de Calidad de Producto conforme la norma UNE 14449:2006 o Marcado CE conforme la norma UNE 14449:2006. Así como garantizará que el intercalario cumplirá al menos durante diez años después de su aplicación las siguientes características:

- Incoloro, impermeable e inalterable a los agentes atmosféricos.
- Compatible y adherente con el vidrio.
- Inalterable a temperaturas comprendidas entre –10ºC y + 80ºC

3.74. PROTECCIÓN DE VENTANAS

Todas las ventanas de la Estación de Bombeo tendrán que estar protegidas.

La calidad de las protecciones de las ventanas de la estación de bombeo serán igual o superior a lo especificado a continuación.

Marco: acero al carbono tipo S-275-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006.

Rejilla: Rejilla de metal expandido, fabricada por un proceso de incisión y estiramiento sin virutas, con un tamaño de los huecos romboidales de malla de 50 x 22 mm y un espesor de la malla: 2 mm.

Revestido:

Pintura de 2 componentes en color "verde Navarra" RAL 6005, con un espesor mínimo de película seca de 40 micras.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos, conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad del acero, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no aporte el certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora realice los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y de las soldaduras de las protecciones de las ventanas se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

3.75. REJAS PARA VENTILACIÓN

En la parte inferior de las ventanas, en las que en los planos correspondientes se indique su existencia, se colocará tanto exterior como interiormente una reja para la ventilación.

La calidad de las rejas para ventilación de la estación de bombeo será igual o superior a lo especificado a continuación.

Rejas para ventilación exteriores:

Rejas dotadas de lamas antilluvia, rejilla antiinsectos y marco frontal taladrado para unión con la reja interior o con la propia estructura de la estación de bombeo.

- Dimensiones: 1,25 x 0,75 m
- Acero inoxidable tipo 1.4301 conforme la norma UNE-EN 10088-3 (AISI 304).

Rejas para ventilación interiores:

Rejas dotadas de rejilla antiinsectos y marco frontal taladrado para unión con la reja interior o con la propia estructura.

- Dimensiones: 1,25 x 0,75 m
- Acero S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1-2:2006, galvanizado en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:1999 con un espesor medio y espesor local no inferior a lo indicado en la

tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99. Pintado posteriormente en color "blanco pirineos".

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006 garantizando que las rejas son del acero solicitado, no será necesario realizar el control de calidad del acero, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y de las soldaduras de las rejas de ventilación se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

3.76. PUERTAS METÁLICAS

La calidad de los materiales que componen las puertas metálicas será igual o superior a lo especificado a continuación.

Bastidor y rejilla reforzada:

Perfil de sección rectangular de acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006 y estará de acuerdo, en todo lo que le afecte, con lo prescrito en el CTE «DB SE-A Exigencias básicas de seguridad estructural. Acero».

Panel sándwich:

- Espesor de la chapa superior e inferior 1,5 mm.
- Núcleo de espuma rígida de poliuretano de densidad media 40 kg/m^3
- Espesor total del panel 40 mm
- Resistencia al fuego mínima tipo EI-90, conforme el Código Técnico de Edificación

Componentes de herrajes y cerrojos interiores: acero de calidad F114, cables, de 6-8-10 mm.de diámetro y composición 6x19+1.

Contrapesos: acero de calidad St 02 Z 275 N42

Revestido:

- Bastidor y contrapesos: galvanizado en caliente con un espesor superior a 308 g/m2. Espesor mínimo no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99.
- Chapas del panel sándwich: prelacadas exteriormente en color "Verde Navarra" (RAL 6005) e interiormente en color "Blanco Pirineos", espesor mínimo del prelacado 25 micras.
- Cerrojos interiores: bicromatados.

El fabricante poseerá Marcado CE de las puertas ofertadas conforme con la siguiente normativa:

- UNE-EN 13241-1:2004 "Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones. Norma de producto".
- Directiva de Productos de la construcción 89/106/CEE.
- Directiva de Máquinas 98/37/CEE y 98/79/CEE.
- Directiva de Compatibilidad Electromagnética 89/336/CEE.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del panel sándwich, conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los mismos, será suficiente aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío, 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los elementos de los que no tenga el certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido y de las soldaduras se realizará conforme lo especificado para piezas metálicas.

3.77. CANDADOS

El diseño de los candados como por ejemplo los de las arquetas deberá ser:

- Sistema de doble enganche con tratamiento antioxidación.
- Cilindro de alta precisión.
- Llaves iguales al nº 56716.
- Modelo Mar50 n de IFAM o similar.
- Resistentes en funcionamiento 3.000 horas en cámara de niebla salina, según norma ASTM B-117.

Materiales:

- -Cuerpo: latón extruído niquelado y cromado.
- Arco: acero inoxidable AISI 316.
- Muelles, pasadores de bloqueo y tapa: acero inoxidable.
- Cilindro: cromado.
- Llaves: latón niquelado.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme la normativa especificada

en el presente pliego no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente, de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que el contratista pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.78. VALLADO

La calidad de los materiales que componen el vallado serán igual o superior a lo especificado a continuación.

Mallas:

- Malla de simple torsión de alambre galvanizado en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:1999 y recubierta de poliéster en color verde RAL 6005.
- Espesor mínimo de galvanizado: 140 g/m^2 y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99
- Rápida instalación
- Diámetro interior del alambre: 2 mm
- Diámetro exterior: 3 mm
- Luz de la malla: 50 mm
- Resistencia del alambre: 45 kg/mm^2
- Resistencia de la malla: 55 kg/mm^2
- Altura total instalada: 2 m

Postes:

- Postes fabricados con chapa tipo Z-275 galvanizada en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:1999 y recubiertos de poliéster en color verde RAL 6005. Espesor mínimo de galvanizado: 140 g/m^2 y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99
- Tapón de poliamida para colocación a presión
- Mismo tipo de poste para cualquier tipo de cerramiento. Tiene que servir el mismo poste para arranque, centro o tensión, intermedio o esquina
- Postes de cremallera cuya sección queda inscrita dentro de una circunferencia
- Ausencia de taladros y agujeros
- Altura total instalados: 2 m

Tornapuntas:

- Tornapuntas fabricados con chapa tipo Z-275 galvanizada en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:1999 y recubiertos de poliéster en color verde RAL 6005. Espesor mínimo de galvanizado: 60 micras y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99.
- Cabeza fabricada por estampación

Tornillería: acero inoxidable

Abrazaderas y tensores: pueden ser de poliamida en color verde RAL 6005 o metálicos galvanizados en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:1999 y recubiertos de poliéster en color verde RAL 6005 con un espesor mínimo de galvanizado de 60 micras y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99.

Grapas: fabricadas con acero inoxidable de 3 mm de espesor.

Puertas:

- Puerta de dos hojas fabricadas con chapa tipo Z-275 galvanizada en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:1999 y recubiertas de poliéster en color verde RAL 6005. Espesor mínimo de galvanizado: 140 g/m^2 y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99.
- Ancho nominal: 4m
- Altura nominal: 2 m
- Travesaños: 25 x 2 mm
- Columnas: 80 x 80 – 3,0
- Montantes: 50 x 30 – 1,5
- Altura total instaladas: 2 m

La malla se suministrará en rollos compactados de 25 m de longitud.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme las especificaciones del presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas metálicas.

3.79. ENTRAMADO DE ACERO O TRAMEX

Entramado de pletinas de acero galvanizado para formación de pavimentos, de 30x30 mm de paso de malla, incluidas en un marco formado por pletinas portantes.

Características generales:

El fabricante garantizará la capacidad portante y las cargas admisibles para cada tipo de entramado, en función de las condiciones de uso previstas.

La reja será plana y los perfiles estarán a escuadra.

No tendrá golpes, poros ni otras deformaciones o defectos superficiales.

El entramado estará fijado a las pletinas en todo su perímetro, sin alabeos.

La unión entre los perfiles y la del marco, será por soldadura (por arco o por resistencia).

El recubrimiento de zinc será homogéneo y continuo en toda la superficie. No se apreciarán grietas, exfoliaciones ni desprendimientos del recubrimiento.

Todas las soldaduras se tratarán con pintura de polvo de zinc con resinas (galvanizado en frío).

Protección de galvanizado:>= 385 g/m²

Protección de galvanizado en las soldaduras: >= 345 g/m²

Pureza del zinc: >= 98,5%

Tolerancias:

Espesor: ± 0,5 mm

Sección de los perfiles: ± 2,5%

Rectitud de aristas: ± 2 mm/m

Planeidad: ± 1 mm/m

Torsión de los perfiles: ± 1°/m

Fijación al elemento portante

Se colocará mediante fijaciones metálicas.

Los tornillos entrarán perpendicularmente al plano de la placa y la penetración de la cabeza será la correcta.

3.80. HIDROSIEMBRA DE ESPECIES HERBÁCEAS EN TALUD

3.80.1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LOS ELEMENTOS

Hidrosiembra de especies herbáceas en talud:

La ejecución de la unidad de obra incluye el suministro de materiales, maquinaria y mano de obra precisos para llevar a cabo las siguientes operaciones:

- Comprobación y preparación de la superficie a hidrosembrar
- Mezcla de las semillas con agua, mulch, bioactivador y estabilizante en la hidrosembradora
- Proyección de la mezcla sobre el terreno
- Protección de la superficie sembrada
- Resiembra de superficies fallidas

CONDICIONES GENERALES

La mezcla de semillas quedará distribuida con la máxima regularidad y uniformidad.

La superficie a implantar tendrá el nivel previsto.

Toda la capa de tierra superficial tendrá el mismo nivel de compactación.

HIDROSIEMBRA

Proyección a presión sobre el terreno de una mezcla de agua, semillas, fijador, fertilizante y mulch. Puede incluir coadjuvantes biológicos y aditivos.

La dosis de siembra de la mezcla de semillas será de 20 g/m2 de pratenses, 5 g/m² de arbustivas, 300 g/m² de mulch, 40 g/m² de abono abono y 20 g/m² de estabilizador.

El acabado superficial será suficientemente rugoso para favorecer la adherencia de los materiales proyectados.

3.80.2. CONDICIONES DE LOS ELEMENTOS

CONDICIONES GENERALES

No se implantará nunca en suelos helados, excesivamente secos o excesivamente mojados, ni en condiciones meteorológicas muy desfavorables. En especial se evitarán los días ventosos y los días con temperaturas elevadas.

Antes de empezar a preparar el lecho de siembra, se eliminarán la vegetación espontánea y las simientes de malas hierbas.

Se eliminarán las piedras, cuerpos extraños, raíces y residuos presentes en los 20 cm superiores del suelo.

Se retirarán de la superficie las piedras y toda clase de desperdicios, así como los materiales de difícil descomposición de diámetro superior a 2 cm.

En los trabajos de implantación en taludes se preverán les protecciones en materias de seguridad y salud necesarias para desarrollar estos trabajos con seguridad y reducir al máximo los riesgos.

En las zonas de clima mediterráneo se realizará al final del verano-otoño o al final del invierno-primavera y en las zonas de clima subalpino al final del verano.

Desde el momento en que se añadan las semillas a la mezcla de hidrosiembra hasta el momento en que se inicia la operación de siembra no transcurrirán más de 20 minutos.

No se empezará la ejecución de la hidrosiembra hasta que no se haya conseguido una mezcla homogénea de todos sus componentes.

Se ejecutará desde la base del talud, de abajo hacia arriba.

La expulsión de la mezcla se realizará describiendo círculos o en zig-zag.

En caso de que la cantidad de mulch prevista sea grande, 150-200 g/m² o más, la hidrosiembra se efectuará en dos fases.

La mezcla se hidrosembrará uniformemente en toda la zona de implantación.

3.80.3. UNIDAD Y CRITERIO DE MEDICIÓN

m² de superficie medida de acuerdo con las especificaciones de la DO.

3.80.4. CONDICIONES DE CONTROL

CONTROL DE EJECUCIÓN. OPERACIONES DE CONTROL EN SIMIENTES PARA HIDROSIEMBRAS

Observación de la superficie sobre la que se ejecutará la Hidrosiembra.

Inspección visual del proceso, con especial atención a la uniformidad e intensidad del riego.

Durante la ejecución de la hidrosiembra, con unas frecuencias de dos series cada 10.000 m², se determinará el contenido de semillas, mulch y fertilizante una vez ejecutada la hidrosiembra, mediante el peso de la materia seca (a 105º C).

CRITERIOS DE TOMA DE MUESTRAS EN SIMIENTES PARA HIDROSIEMBRAS

Se seguirán los criterios que, en cada caso, indique la DO.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y ACTUACIONES EN CASO DE INCUMPLIMIENTO EN SIMIENTES PARA HIDROSIEMBRAS

Corrección de las irregularidades observadas a cargo del contratista.

3.81. URBANIZACIÓN

La urbanización para el acceso a la toma de fondo de la balsa de regulación comprenderá lo especificado a continuación:

- Plano de fundación o explanada de terreno natural desbrozado.
- Base de zahorra natural 2" de 25 cm de espesor.
- Lámina de polietileno de baja densidad G-400 en toda la superficie.
- Pavimento de hormigón HA-25 armado con 4 kg/m³ de fibras de polipropileno de 20 cm de espesor.

3.81.1. BASE

La base de la urbanización de la estación de bombeo será de 25 cm de espesor y se realizará con zahorra natural de 2".

La zahorra natural cumplirá lo especificado en la siguiente tabla, así como el PG3 para la zahorra tipo ZN40.

Características	Especificaciones	Norma
Granulometría	ZN (40) Tamices UNE: 50:100%, 40:80-95%, 25:60-90%, 20:54-84%, 8:35-63%, 4:22-46%, 2:15-35%, 0´5:7-23%, 0´25:4-18%, 0´063:0-9%.	UNE-EN 933-1:98
	Cernido tamiz 0,063< 2/3 cernido tamiz 0,250	
Desgaste de los Ángeles	< 40	UNE-EN 1097-2
Equivalente de arena	>30	UNE-EN 933-8: 2000
CBR	>=20	UNE 103502: 95
Plasticidad	LL< 30 y IP < 10	UNE 103103: 94
		UNE 103104: 93
Compuestos de azufre	< 1%	UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013

El ensayo de compuestos de azufre sólo se realizará en el caso de antecedentes de la existencia de yesos en el suelo.

3.81.2. LÁMINA DE POLIETILENO PARA SOLERAS Y HORMIGONES

La lámina de polietileno de baja densidad G-400 tendrá un espesor de 0,10 mm.

Sus funciones serán las siguientes:

- Barrera de vapor o film anti-humedad bajo pavimento.
- Lámina de separación.
- Protector de la propia losa a su posible desecación de la parte inferior.

Materiales:

La lámina o film de polietileno de baja densidad galga 400 de espesor 0,10 mm cumplirá las especificaciones del cuadro:

CARACTERÍSTICAS	MÉTODOS ENSAYO	GALGA 400	UNIDADES
Color		Negro	
Gramaje		100	g/m²
Espesor	UNE EN 13.206	0,1	mm
Peso		100	g/m²
Resistencia a la tracción (rotura)	UNE-EN ISO 527-	Long 27	MPa
	1,527083333	Transv 24	
Alargamiento Rotura	UNE-EN ISO 527-	Long 455	%
	1,527083333	Transv 655	
Resistencia Desgarro	UNE-EN ISO 6383-	Long 40	MPa
	1,475694444	Transv 50	
Resistencia Impacto	UNE-EN ISO 7765-	250	g
	1,434027778		

3.81.3. PAVIMENTO DE HORMIGÓN

El pavimento de hormigón HA-25 armado con 4 kg/m³ de fibras de polipropileno de la urbanización de la estación de bombeo tendrá un espesor total de 20 cm.

Materiales:

El hormigón HA-25 deberá cumplir las especificaciones incluidas en el apartado 3.6 Componentes de hormigones. La resistencia característica del hormigón será 25 MPa.

La fibra de polipropileno cumplirá todo lo especificado en la norma UNE-EN 14889- 2:2008. Sus especificaciones cumplirán lo siguiente:

- Materia prima empleada: polipropileno
- Densidad: 0,91 g/cm³.
- Color: indistinto
- Proceso de transformación: extrusión.
- Forma: deformada (sección irregular)
- Temperatura de distorsión: 110 ºC

- Temperatura de descomposición: 280 ºC
- Clase de fibra: Ia
- Longitud de la fibra: 12 mm.
- Diámetro equivalente: 31 µm
- Esbeltez (λ): 387,10
- Densidad lineal (ρL): 6,7 dtex
- Tenacidad (Resistencia a la rotura): 40 cN/tex

3.82. ACERA

La acera que se ejecute perimetralmente a la caseta de válvulas de toma de fondo cumplirá las especificaciones de los planos correspondientes y las indicadas a continuación.

- Bordillos: los bordillos serán prefabricados de hormigón tipos H-400, achaflanados, de 17 cm de base y 30 cm de altura y estarán asentados sobre una base de hormigón no estructural.
- Baldosas: las baldosas serán del tipo chino lavado de 40x40 cm recibidas con mortero tipo M-40 (1:6) y se nivelarán con capa de arena de 2 cm de espesor medio.
- Junta de dilatación: la junta de dilatación empleada para el hormigonado de las aceras será de PVC de 80 mm.

3.83. TERRAPLÉN DE LA BALSA

Los datos geotécnicos están recogidos en el Anejo nº4 "Estudio Geotécnico" formando parte de este proyecto. Además, previo a la ejecución de las obras, y si a juicio de la Dirección de Obra y de la empresa constructora se requiere la realización de nuevos trabajos geotécnicos deberán ser realizados para ratificar dichos datos y de forma especial, los vinculados a la época del año, como son los niveles freáticos y la solución recogida en el proyecto para garantizar la integridad de la estructura de tierra. El proyectista recomienda el contraste de dichos datos antes de empezar la ejecución del proyecto.

El terraplén de la balsa estará formado por las siguientes capas:

- Coronación: parte superior del terraplén, sobre la que se apoya el firme, formada como mínimo por dos tongadas, el espesor total de la capa de coronación estará comprendido entre 0,50 cm y 1,0 metros.
- Núcleo: es la parte del relleno del terraplén comprendida entre el cimiento y la coronación.

- -Cimiento: es la parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo, y el espesor mínimo será de 1,0 m.

Para la coronación del terraplén sólo podrán emplearse suelos clasificados como "seleccionados" o "adecuados", conforme lo especificado a continuación.

Para el núcleo y cimiento del terraplén sólo podrán emplearse suelos clasificados como "seleccionados", "adecuados" o "tolerables", conforme lo especificado a continuación.

Como mínimo se realizará un ensayo completo del material empleado para el terraplén que nos permita su clasificación, conforme lo especificado a continuación, cada 7500 m^2, y para cada una de las capas del terraplén.

Tipos de suelos para terraplén:

	Tolerables	**Adecuados**	**Seleccionados**
Límites de Atterberg	LL < 40 o	LL < 40	LL < 30
	IP > (0,6xLL – 9)		IP < 10
C.B.R.	> 3	> 5	> 10
Hinchamiento	-	< 2%	Sin hinchamiento
Materia orgánica	< 2%	< 1%	Exenta
Densidad máxima	> 1450 kg/dm^3	> 1750 kg/dm^3	-
Granulometría	Piedras (< 15 cm): < 25%	Cernido tamiz 0,08 < 35%	Cernido tamiz 0,08 < 25%
		Tamaño máximo <= 10 cm	Tamaño máximo <= 8 cm

3.84. CAMINO DE CORONACIÓN DE LA BALSA

Sobre el terraplén de la balsa se colocará una base de 20 cm de espesor de material granular de tamaño máximo 1", obtenido de zahorras naturales, mediante cribado y machaqueo, repartido en dos capas de 10 cm. En este proyecto, no se contempla la disposición de una capa de 5 cm de espesor de aglomerado en caliente salvo que la Dirección de Obra lo considere como una mejora del proyecto.

3.84.1. BASE

La base de la urbanización de la estación de bombeo será de 20 cm de espesor y se realizará con zahorra artificial de 1".

La zahorra artificial cumplirá lo especificado en la siguiente tabla, así como el PG3 para la zahorra tipo ZA25.

Características	Especificaciones	Norma
Granulometría	ZA (25) Tamices UNE: 40:100%, 25:75-100%, 20:65-90%, 8:40-63%, 4: 26-45%, 2: 15-32%, 0´5: 7-21%, 0´25:4-16%, 0´063:0-9%.	UNE-EN 933-1:98
	Cernido tamiz 0,063< 2/3 cernido tamiz 0,250	
Índice de Lajas	< 35	UNE-EN 933-3
Desgaste de los Ángeles	< 35	UNE-EN 1097-2
Equivalente de arena	> 35	UNE-EN 933-8: 2000
Coeficiente de limpieza	< 2	UNE 146130
Plasticidad	No plástico	UNE 103103: 94 UNE 103104: 93
Caras fracturadas	> 50%	UNE-EN 933-5
CBR	> 60	UNE 103502
Compuestos de azufre	< 1%	UNE-EN 1744-1

El ensayo de compuestos de azufre sólo se realizará en el caso de antecedentes de la existencia de yesos en el suelo.

3.84.2. AGLOMERADO EN CALIENTE

El aglomerado en caliente del camino de coronación de la balsa, si se contemplase como mejora del proyecto, tendrá un espesor de 5 cm.

Riego de imprimación

La emulsión a emplear como riego de imprimación será de tipo ECI (carga catiónica) y cumplirá con las siguientes especificaciones técnicas, así como con lo especificado para este tipo de emulsión en el PG3. La dotación a aplicar será de 01,5 kg/m².

Característica	Unidad	Norma	Valor
Viscosidad Saybolt a 25ºC	S	NLT 138	≤50
Carga de las partículas		NLT 194	positiva
Contenido de agua	%	NLT 137	≤50
Betún asfáltico residual	%	NLT 139	≥40
Fluidificante por destilación	%	NLT 139	may-15
Sedimentación	%	NLT 140	≤10

Tamizado	%	NLT 142	≤0,1
Penetración	0,1 mm	NLT 124	200-300
Ductilidad	Cm	NLT 126	≥40
Solubilidad en tolueno	%	NLT 130	≥97,5

Mezcla bituminosa en caliente

Materiales:

Para la capa de rodadura se utilizará una mezcla de tipo densa AC 16 SURF 60/70 D (D-12) de 4 cm de espesor.

La mezcla D-12 cumplirá lo especificado a continuación:

MEZCLA	TAMICES UNE-EN 933-2										%LIGANTE
	25	20	12,5	8	4	2	0,5	0,25	0,125	0,063	en peso
D12	-	100	80-95	64-79	44-59	31-46	16-27	11-20	6-12	4-8	4-6

CARACTERÍSTICAS		NORMA	ESPECIFICACIÓN
Árido grueso	Partículas trituradas del (% en masa)	UNE-EN 933-5	>= 75
	Índice de lajas	UNE-EN 933-3	<= 35
	Desgaste de Los Ángeles	UNE-EN 1097-2	<= 25
	Coeficiente de pulimento acelerado	UNE 146130	>= 0,40
	Contenido de impurezas	UNE 146130	< 0,5% en masa
Árido fino	Proporción no triturado (%)	UNE-EN 933-5	<= 20
	Limpieza	---	Exenta de terrones y material vegetal
	Desgaste de los Ángeles	UNE-EN 1097-2	Base: < 30
			Rodadura: < 25
Polvo mineral	Proporción máxima (%)	---	>= 50
	Densidad aparente	NLT-176	0,5 – 0,8 g/cm^3
Ligante	Dotación mínima (%)	---	Base: 4%
			Rodadura: 4,75%

Ligante: para todas las capas el betún será un tipo B60/70 que cumpla con las especificaciones técnicas siguientes.

CARACTERÍSTICAS		NORMA NLT	ESPECIFICACIÓN
BETÚN ORIGINAL	Penetración	124	60 - 70 s
	Índice de penetración	181	-1 +1
	Punto de reblandecimiento anillo y bola	125	48 – 57 ºC
	Punto de fragilidad fraas	182	-8 ºC
	Ductilidad a 25ºC	126	90 cm
	Solubilidad en tolueno	130	99,5 %
	Contenido en agua	123	0,2 %
	Punto de inflamación	127	235 ºC
	Densidad relativa	122	1,0
RESIDUO DESPUÉS DE PELÍCULA FINA	Variación de masa	185	0,8 %
	Penetración	124	50 %
	Variación punto de reblandecimiento	125	9 %
	Ductilidad a 25 ºC	126	50 cm

El suministrador de aglomerado poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 e ISO 14001 así como Marcado CE para las mezclas bituminosas indicadas en el presente pliego, en vigor emitido por Organismo Autorizado.

Como mínimo la empresa ejecutora realizará un ensayo completo del riego de imprimación, del riego de adherencia, de todos los áridos empleados en la planta de aglomerado, del betún y del polvo mineral para garantizar el cumplimiento de todas las especificaciones contenidas en el presente pliego.

3.85. LÁMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

Se instalará para la impermeabilización de la balsa de regulación una lámina de Polietileno de Alta Densidad de **2 mm de espesor**, tanto en taludes como en fondo. A propuesta del contratista, la Dirección Facultativa elegirá un laboratorio de ensayos de contrastada experiencia y con acreditación en materiales geosintéticos, para la realización, como mínimo, de los siguientes ensayos y frecuencias:

- Ensayo de densidad bajo norma UNE EN ISO 1183-1:2013 Método A.
- Ensayo de espesor norma UNE EN 1849-2:2010.
- Ensayo de resistencia al desgarro bajo UNE ISO 34-1:2011 Método B, procedimiento (a).
- Ensayo de tracción (T y L) bajo UNE EN ISO 527-1:2012, UNE EN ISO 527-3:1996, UNE EN ISO 527-3:1996/ AC:2002 (probeta tipo 5).
- Ensayo de alargamiento (T y L) bajo UNE EN ISO 527-1:2012, UNE EN ISO 527-3:1996, UNE EN ISO 527-3:1996/ AC:2002 (probeta tipo 5).
- Ensayo de índice de fluidez bajo norma UNE EN ISO 1133-1:2012 Método A.

- Ensayo de contenido de negro de carbono bajo UNE 53375-1:2007.
- Ensayo de dispersión de negro de carbono ISO 18553:2002, ISO 18553:2002/Amd 1:2007.
- Ensayo de resistencia a la perforación estático CBR bajo UNE EN ISO 12236:2007.
- Ensayo de Tiempo de inducción oxidativa UNE EN 728:1997.
- Ensayos de resistencia a la fisuración bajo tensión en un medio tensoactivo, sentido transversal, stress cracking 300 h (SP-NCTL) bajo UNE EN 14576:2006 o ASTM D 5397-99 (uno por balsa).
- Ensayo de envejecimiento artificial acelerado bajo norma UNE-EN 12224.

Se hará una toma de muestras de material según la norma UNE 104427:2010 o según el número de lotes de fabricación recibidos en obra, siendo el número mínimo de muestreos: 2 ud. Se define lote como un grupo de rollos consecutivamente numerados y procedentes de la misma línea de fabricación.

Tras la recepción de los rollos de geomembrana en obra, el Control de Calidad deberá seleccionar los rollos a muestrear. Las muestras deberán tomarse a lo ancho de cada rollo muestreado y con una longitud de 1 m, salvo especificación contraria. Si el inicio del rollo está dañado, se desechará para muestreo toda la zona dañada.

Como norma general se desechará los 0,5 primeros metros para el muestreo. La información precisa sobre el lote de procedencia de cada rollo debe ser proporcionada por el fabricante o instalador.

La muestra así obtenida será codificada bajo norma UNE EN ISO 10320 y enviada al laboratorio de Control de Calidad donde será sometida a los ensayos anteriormente descritos.

Una vez realizados los ensayos serán entregados a la Dirección Facultativa en su correspondiente informe sellado y firmado por laboratorio y técnico responsable, para su aceptación o rechazo a la vista de los resultados obtenidos.

Criterios de aceptación / rechazo

Las láminas de PEAD deberán cumplir para su aceptación los valores mínimos de los ensayos a realizar que figuran en el siguiente cuadro, o los facilitados por el fabricante, si son superiores a los indicados:

ENSAYO	NORMA	VALOR RECOMENDADO POR NORMA UNE 104427:2010
Densidad	UNE EN ISO 1183-1:2013 Método A	≥ 0.940 g/m^3
Espesor	UNE EN 1849-2:2010	≥ del valor nominal
Resistencia al desgarro	UNE ISO 34-1:2011 Método B, procedimiento (a)	≥ 135 N / mm
Resistencia a la tracción	UNE EN ISO 527-1:2012, UNE EN ISO 527-3:1996, UNE EN ISO 527-3:1996/ AC:2002 (probeta tipo 5)	Resistencia a la tracción a la rotura ≥ 26 Pma
		Tracción en el límite elástico ≥ 16 MPa
Alargamiento	UNE EN ISO 527-1:2012, UNE EN ISO 527-3:1996, UNE EN ISO 527-3:1996/ AC:2002 (probeta tipo 5)	Alargamiento en la rotura ≥ 700 %
		Alargamiento en el límite elástico ≥ 8 %
Índice de fluidez	UNE EN ISO 1133-1:2012 Método A 190 °C; 2,16 Kg	≤ 1 g/10 min
Contenido de Negro de Carbono	UNE 53375-1:2007	2.25 ± 0.25
Dispersión de Negro de Carbono	ISO 18553:2002, ISO 18553:2002/Amd 1:2007	≤ 3
Resistencia al punzonado estático CBR	UNE EN ISO 12236:2007	≥ 3,5 KN
Tiempo de inducción oxidativa	UNE EN 728:1997	≥ 100 minutos
Resistencia a la fisuración bajo tensión en un tensoactivo, sent. transv.	UNE EN 14576:2006 o ASTM D 5397-99	≥ 300 horas
Stress Cracking 300 h (SP- NCTL)		

Las geomembranas suministradas por el fabricante en rollos vendrán identificadas con su número de fabricación y embaladas adecuadamente para permitir su fácil manipulación en la carga y descarga.

Los rollos deberán ser identificados con una etiqueta de control donde se especifique, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre del fabricante
- Identificación del producto
- Espesor
- Número de rollo
- Dimensiones del rollo (ancho y longitud)
- Peso del rollo
- Referencia de la Norma que cumple
- Marcado CE

3.86. GEOTEXTIL

Bajo lámina de polietileno se proyecta la colocación de un geotextil **de gramaje mínimo de 250 g/m² de filamento continuo 100% de polipropileno, no tejido, agujeteado**, para proteger la geomembrana de PEAD contra posibles punzonamientos.

A propuesta del contratista, la Dirección Facultativa elegirá un laboratorio de ensayos de contrastada experiencia y con acreditación para realizar los ensayos de los materiales geosintéticos que a continuación se relacionan:

- Ensayo de peso total unitario bajo norma UNE EN ISO 9864:2005
- Ensayo de tracción y alargamiento bajo norma UNE EN ISO 10319:2015
- Ensayo de resistencia a la perforación estático CBR bajo norma UNE EN ISO 12236:2007
- Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caída de cono bajo norma UNE EN ISO 13433:2007
- Ensayo de espesor bajo carga de 2 kN/m² bajo norma UNE EN ISO 9863-1:2005
- Ensayo de determinación de la materia prima (DSC). Calorimetría diferencial.

Se hará una toma de muestras de material según UNE 104427:2010 o según el número de lotes de fabricación recibidos en obra. El número total de muestreos en el geotextil es de 2, por tanto, habrá 2 ensayos de cada uno de los referidos en el párrafo anterior.

Las muestras deberán tomarse después de que se haya comprobado que todos los rollos de lote están presentes en la obra. Las muestras se tomarán de rollos que no presenten desperfecto alguno, y, salvo indicación en contra, tendrán una longitud de 1m por todo el ancho del rollo, desechando el primer 0,5 m.

Siempre que sea posible, se procura exigir el suministro de rollos pertenecientes a un único lote, definiéndose lote como un grupo de rollos fabricados consecutivamente y procedentes de la misma línea de producción.

Las muestras tomadas para conformidad de materiales serán codificadas bajo norma UNE – EN ISO 10320 por el control de calidad que se encargará de su envío al laboratorio.

Una vez realizados los ensayos serán entregados a la Dirección Facultativa en su correspondiente informe sellado y firmado por laboratorio y técnico responsable, para su aceptación o rechazo a la vista de los resultados obtenidos.

Criterios de aceptación / rechazo

Los geotextiles de protección de la geomembrana deberán cumplir para su aceptación los valores mínimos de los ensayos a realizar que figuran en el siguiente cuadro o los que facilite el fabricante, si son superiores a estos:

Parámetro	Unidad	Valor mínimo GTX bajo GMB según UNE 104425:2001	Valor mínimo GTX sobre GMB según UNE 104425:2001	Norma
Peso unitario	g/m^2	≥200	≥300	UNE EN ISO 9864:2005
Resistencia a perforación CBR	N	≥1000	≥2000	UNE EN ISO 12236:2007
Resistencia por caída de cono	mm	≤ 23	≤ 17	UNE EN ISO 13433:2007
Resistencia a tracción	kN/m	≥4	≥8	UNE EN ISO 10319:2015
Alargamiento	%	≥50	≥50	UNE EN ISO 10319:2015
Espesor	mm	≥2	≥3	UNE EN ISO 9863-1:2005
Determinación de la Materia Prima (DSC)	%	100 % polipropileno	100 % polipropileno	Calorimetría diferencial

NOTA:

- La masa por unidad de superficie y la determinación de la materia prima de los geotextiles será considerada sólo como un parámetro de verificación e identificación de que el geotextil recibido en obra sea el geotextil que se ha solicitado, junto con la norma para la identificación in situ, la norma UNE-EN ISO 10320
- El solapo de los geotextiles será de, al menos, 10 cm si la unión se realiza por cosido o calor; sino el solapo será de 25 cm.
- Durante la colocación, se lastrará el geotextil mediante sacos de arena, neumáticos… para evitar levantamientos producidos por el viento. Lo que no deberá hacerse es fijarlo al suelo mecánicamente con pinzas metálicas ni elementos que pudieran punzonar las geomembranas.

3.87. MADERAS

Cualquiera que sea su procedencia, la madera que se emplee en construcciones definidas como provisionales o auxiliares que exija la construcción de aquellas, tales como cimbras, encofrados, andamios, ataguías, pasos provisionales, etc. deberá reunir las condiciones siguientes:

Estará desprovista de nudos, vetas e irregularidades en sus fibras y sin indicios de enfermedad de diversos orígenes que padece este material y que accionan la descomposición del sistema fibroso.

En el momento de su empleo estará seca y, en general, especialmente la que se destine a la ejecución de las obras definitivas, contendrá poca albura.

La dirección de Obra, fijará en cada caso en las permanentes, la especie más adecuada y sus dimensiones precisas cuando no estén especificadas en los planos generales del proyecto y en los correspondientes presupuestos parciales.

3.88. SISTEMA DE TELECONTROL

El presente pliego de prescripciones técnicas tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de los materiales a utilizar, así como las condiciones de ejecución de las instalaciones del sistema de automatización y telecontrol que, soportado por los correspondientes medios de telecomunicación, permita el control integral de las zona regables de las comunidades de regantes.

Serán de aplicación cuantas prescripciones figuren en normas, reglamentos, pliegos e instrucciones oficiales que regulen la realización de los trabajos y la calidad de los materiales.

Los materiales atenderán a lo dispuesto sobre el marcado CE de acuerdo con la «Directiva 89/106/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1988, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros sobre los productos de construcción» y la legislación de transposición o modificación que se derive de aquella.

3.88.1. AUTOMATIZACIÓN DE ELEMENTOS RED DE ALTA

Autómatas programables y sus periféricos

Para los elementos de control de la red hidráulica, cuyo ámbito no se encuentre dentro del telecontrol de la red de hidrantes, se aplicará el estándar internacional IEC-61131 de la Comisión Electrotécnica Internacional, cuya finalidad es definir e identificar las características principales que se refieren a la selección y aplicación de los autómatas programables (PLCs) y sus periféricos asociados, tales como herramientas de programación y depuración (PADTs), elementos de interfaz hombre-máquina (HMI), etc.

Este estándar es de aplicación a cualquier producto que implemente la funcionalidad de un PLC y/o las características propias de sus componentes o periféricos asociados. Desde este punto de vista, este estándar hace referencia a los aspectos de seguridad propios del PLC como dispositivo físico, tales como riesgo de descarga eléctrica, incendio, inmunidad ante interferencias electromagnéticas y detección de errores de funcionamiento del PLC (por ejemplo el uso de rutinas de autodiagnóstico, uso de chequeo de paridad, etc.).

El estándar internacional IEC-61131 se divide en 10 partes independientes, de las cuales las partes 4 y 8 son publicaciones no normativas de la clase de informe técnico, esto es, de carácter informativo. A continuación se detallan las versiones vigentes de las distintas partes de la norma:

- IEC 61131-1:2003 Autómatas programables. Parte 1: Información general.
- IEC 61131-2:2017 Autómatas programables. Parte 2: Especificaciones y ensayos de los equipos.
- IEC 61131-3:2013 Autómatas programables. Parte 3: Lenguajes de programación.

- IEC TR 61131-4:2004 Autómatas programables. Parte 4: Guías de usuario.
- IEC 61131-5:2000 Autómatas programables. Parte 5: Comunicaciones.
- IEC 61131-6:2012 Autómatas programables. Parte 6: Seguridad funcional.
- IEC 61131-7:2000 Autómatas programables. Parte 7: Programación en lógica borrosa (*fuzzy*).
- IEC TR 61131-8:2017 Autómatas programables. Parte 8: Directrices para la aplicación e implementación de lenguajes de programación.
- IEC 61131-9:2013 Autómatas programables. Parte 9: Interfaz digital de comunicación punto a punto para sensores y accionadores pequeños (SDCI).
- IEC 61131-10:2019 Autómatas programables. Parte 10: Formatos de intercambio XML abierto para PLC.

Las partes normativas del estándar internacional IEC-61131 tienen su equivalencia nacional en las siguientes normas UNE vigentes:

- UNE-EN 61131-1:2004 Autómatas programables. Parte 1: Información general. Equivalencias internacionales: EN 61131-1:2003 (idéntico) y IEC 61131-1:2003 (idéntico).
- UNE-EN 61131-2:2007 Autómatas programables. Parte 2: Requisitos y ensayos de los equipos. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en diciembre de 2007. Equivalencias internacionales: EN 61131-2:2007 (idéntico) y IEC 61131-2:2007 (idéntico).
- UNE-EN 61131-3:2013 Autómatas programables. Parte 3: Lenguajes de programación. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en julio de 2013. Equivalencias internacionales: EN 61131-3:2003 (idéntico) y IEC 61131-3:2003 (idéntico).
- UNE-EN 61131-5:2001 Autómatas programables. Parte 5: Comunicaciones. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en febrero de 2002. Equivalencias internacionales: EN 61131-5:2001 (idéntico) y IEC 61131-5:2000 (idéntico).
- UNE-EN 61131-6:2012 Autómatas programables. Parte 6: Seguridad funcional. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en enero de 2013. Equivalencias internacionales: EN 61131-6:2012 (idéntico) y IEC 61131-6:2012 (idéntico).
- UNE-EN 61131-7:2000 Autómatas programables. Parte 7: Programación en lógica borrosa. Ratificada por la Asociación Española de Normalización

(AENOR) en febrero de 2002. Equivalencias internacionales: EN 61131-7:2000 (idéntico) y IEC 61131-7:2000 (idéntico).

- UNE-EN 61131-9:2013 Autómatas programables. Parte 9: Interfaz digital de comunicación punto a punto para sensores y accionadores pequeños (SDCI). Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en enero de 2014. Equivalencias internacionales: EN 61131-9:2013 (idéntico) y IEC 61131-9:2013 (idéntico).
- UNE-EN IEC 61131-10:2019 Autómatas programables. Parte 10: Formatos de intercambio XML abierto para PLC. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en agosto de 2019. Equivalencias internacionales: EN IEC 61131-10:2019 (idéntico) y IEC 61131-10:2019 (idéntico).

Seguridad eléctrica

UNE-EN IEC 62368-1:2020/A11:2020 Equipos de audio y vídeo, de tecnología de la información y la comunicación. Parte 1: Requisitos de seguridad. Ratificada por la Asociación Española de Normalización en abril de 2020. Equivalencia internacional: EN IEC 62368-1:2020/A11:2020 (idéntico).

Telecomunicaciones

Los siguientes estándares del Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones y sus equivalencias europeas y nacionales (UNE-EN):

Módem GSM:

- ETSI EN 301 511 (2G)
- ETSI EN 301 908 (3G)
- UNE-EN 301511 V12.5.1 Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM); Equipos de estaciones móviles (MS); Norma armonizada que cubre los requisitos esenciales del artículo 3.2 de la Directiva 2014/53/UE. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en mayo de 2017. Equivalencia internacional: EN 301511 V12.5.1 (idéntico).
- UNE-EN 301908-1 V13.1.1 Redes celulares IMT; Norma armonizada para el acceso al espectro de radio; Parte 1: Introducción y requisitos comunes. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en

diciembre de 2019. Equivalencia internacional: EN 301908-1 V13.1.1 (idéntico).

- UNE-EN 301908-2 V13.1.1 Redes celulares IMT; Estándar armonizado para el acceso al espectro radioeléctrico; Parte 2: Equipo de usuario de ensanchamiento secuencial directo CDMA (UTRA FDD). Ratificada por la Asociación Española de Normalización en julio de 2020. Equivalencia internacional: EN 301908-2 V13.1.1. (idéntico).
- UNE-EN 301908-3 V1.1.1:2006 Cuestiones de compatibilidad electromagnética y espectro radioeléctrico (ERM). Estaciones base (BS) y equipos de usuario (UE) para redes móviles IMT-2000 de tercera generación. Parte 3: EN armonizada para IMT-2000, CDMA con ensanche directo (UTRA FDD) (BS), que cubre los requisitos esenciales bajo el artículo 3.2 de la Directiva RTTE. Equivalencia internacional: EN 301908-3 V1.1.1 (idéntico).
- UNE-EN 301908-4 V1.1.1:2006 Cuestiones de compatibilidad electromagnética y espectro radioeléctrico (ERM). Estaciones base (BS) y equipos de usuario (UE) para redes móviles IMT-2000 de tercera generación. Parte 4: EN armonizada para IMT-2000, CDMA Multi-portadora (cdma2000) (UE), que cubre los requisitos esenciales bajo el artículo 3.2 de la Directiva RTTE.
- UNE-EN 301908-5 V5.2.1 Redes celulares IMT. Norma Europea (EN) armonizada que cubre los requisitos esenciales según el artículo 3, apartado 2 de la Directiva RTTE. Parte 5: CDMA Multiportadora (cdma 2000) Estaciones Base (BS). Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en diciembre de 2012.
- UNE-EN 301908-6 V2.2.1 Cuestiones de Compatibilidad Electromagnética y Espectro de Radiofrecuencia (ERM); Estaciones de Base (BS), Repetidores y Equipos de usuario (UE) de redes celulares de Tercera Generación IMT-2000; Parte 6: Norma Europea (EN) armonizada para IMT-2000, CDMA TDD (UTRA TDD) (UE), cubriendo los requisitos esenciales según el artículo 3,2 de la Directiva R&TTE. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en junio de 2020.
- UNE-EN 301908-7 V5.2.1 Redes celulares IMT. Norma Europea (EN) armonizada que cubre los requisitos esenciales según el artículo 3, apartado 2 de la Directiva RTTE. Parte 7: Estaciones Base (BS) de acceso múltiple por división de códigos (CDMA TDD) y con espectro ensanchado por multiplexación temporal (UTRA TDD). Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en diciembre de 2012.

- UNE-EN 301908-8 V1.1.1 Cuestiones de compatibilidad electromagnética y espectro radioeléctrico (ERM). Estaciones Base (BS) y Equipos de Usuario (UE) para redes móviles. Parte 8: EN armonizada para IMT-2000, portadora única TDMA (UWC 136) (UE) cubriendo los requisitos esenciales bajo el artículo 3.2 de la Directiva RTTE. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en mayo de 2005.
- UNE-EN 301908-9 V1.1.1 Cuestiones de compatibilidad electromagnética y espectro radioeléctrico (ERM). Estaciones Base (BS) y Equipos de Usuario (UE) para redes móviles. Parte 9: EN armonizada para IMT-2000, portadora única TDMA (UWC 136) (BS) cubriendo los requisitos esenciales bajo el artículo 3.2 de la Directiva RTTE. Ratificada por por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en mayo de 2005.
- UNE-EN 301908-10 V4.2.2 Cuestiones de Compatibilidad Electromagnética y Espectro de Radiofrecuencia (ERM). Estaciones de Base (BS), Repetidores y Equipos de usuario (UE) de redes celulares de Tercera Generación IMT-2000. Parte 10: Norma armonizada para IMT-2000. FDMA/TDMA (DECT) cubriendo los requisitos esenciales según el artículo 3,2 de la Directiva 2014/53/UE. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en diciembre de 2016.
- UNE-EN 301908-11 V11.1.2 Redes celulares IMT; Norma armonizada cubriendo los requisitos esenciales según el artículo 3.2 de la Directiva 2014/53/UE; Parte 11: CDMA con espectro ensanchado de secuencia directa (UTRA FDD) Repetidores. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en febrero de 2017.
- UNE-EN 301908-12 V7.1.1 Redes celulares IMT; Norma armonizada cubriendo los requisitos esenciales según el artículo 3.2 de la Directiva 2014/53/UE; Parte 12: CDMA Multiportadora (cdma2000) Repetidores. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en octubre de 2016.
- UNE-EN 301908-13 V13.1.1 Redes celulares IMT; Norma armonizada para el acceso al espectro radioeléctrico; Parte 13: Equipos de usuario de acceso universal terrestre evolucionado (E-UTRA) (UE). Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en enero de 2020. Equivalencia internacional: EN 301908-13 V13.1.1 (idéntico).
- UNE-EN 301908-14 V13.1.1 Redes celulares IMT; Norma armonizada para el acceso al espectro de radio; Parte 14: Estaciones base de acceso de radio

terrestre universal evolucionadas (E-UTRA). Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en noviembre de 2019.

- UNE-EN 301908-15 V15.1.1 Redes celulares IMT; Norma armonizada para el acceso al espectro radioeléctrico; Parte 15: Repetidores de acceso universal terrestre evolucionado (E-UTRA FDD). Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en febrero de 2020.
- UNE-EN 301908-16 V4.2.1 Cuestiones de Compatibilidad Electromagnética y Espectro de Radiofrecuencia (ERM). Estaciones de Base (BS), Repetidores y Equipos de usuario (UE) de redes celulares de Tercera Generación IMT-2000. Parte 16: Norma Europea (EN) armonizada para IMT-2000, CDMA Multiportadora Evolucionado Banda ancha Ultra Móvil (UMB) (UE) cubriendo los requisitos esenciales según el artículo 3.2 de la Directiva RTTE. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en abril de 2011.
- UNE-EN 301908-17 V4.2.1 Cuestiones de Compatibilidad Electromagnética y Espectro de Radiofrecuencia (ERM). Estaciones de Base (BS), Repetidores y Equipos de usuario (UE) de redes celulares de Tercera Generación IMT-2000. Parte 17: Norma Europea (EN) armonizada para IMT-2000, CDMA Multiportadora Evolucionado Banda ancha Ultra Móvil (UMB) (BS) cubriendo los requisitos esenciales según el artículo 3.2 de la Directiva RTTE. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en abril de 2011.
- UNE-EN 301908-18 V13.1.1 Redes celulares IMT; Norma armonizada para el acceso al espectro de radio; Parte 18: Estación base (BS) de Radiofrecuencia Multiestándar (MSR) E-UTRA, UTRA y GSM/EDGE. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en noviembre de 2019.
- UNE-EN 301908-19 V6.3.1 Redes celulares IMT. Norma armonizada cubriendo los requisitos esenciales según el artículo 3.2 de la Directiva 2014/53/UE. Parte 19: OFDMA TDD WMAN (WiMAX Móvil) Equipo de Usuario (UE) TDD. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en diciembre de 2016.
- UNE-EN 301908-20 V6.3.1 Redes celulares IMT. Norma armonizada cubriendo los requisitos esenciales según el artículo 3.2 de la Directiva 2014/53/UE. Parte 20: OFDMA TDD WMAN (WiMAX Móvil) Estaciones Base (BS) TDD. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en diciembre de 2016.
- UNE-EN 301908-21 V6.1.1 Redes celulares IMT. Norma armonizada cubriendo los requisitos esenciales según el artículo 3.2 de la Directiva

2014/53/UE. Parte 21: OFDMA TDD WMAN (WiMAX Móvil) Equipo de Usuario (UE) FDD. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en diciembre de 2016.

- UNE-EN 301908-22 V5.2.1 Redes celulares IMT. Norma Europea (EN) armonizada que cubre los requisitos esenciales según el artículo 3, apartado 2 de la Directiva RTTE. Parte 22: OFDMA TDD WMAN (WiMAX Móvil) Estaciones Base (BS) FDD. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en diciembre de 2012.

Módulo Radio RDRTU-2 (500 mW):

- ETSI EN 300 220-1
- ETSI EN 300 220-2
- UNE-EN 300220-1 V3.1.1 Dispositivos de corto alcance (SRD) que operan en el rango de frecuencias de 25 MHz a 1 000 MHz; Parte 1: Características técnicas y métodos de medida. Ratificada por la Asociación Española de Normalización AENOR en diciembre de 2018. Equivalencia internacional: EN 300220-1 V3.1.1 (idéntico).
- UNE-EN 300220-2 V3.2.1 Dispositivos de corto alcance (SRD) que operan en el rango de frecuencias de 25 MHz a 1 000 MHz; Parte 2: Norma armonizada para el acceso al espectro de radio para equipos de radio no específicos. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en agosto de 2018. Equivalencia internacional: EN 300220-2 V3.2.1 (idéntico).

<u>Compatibilidad Electromagnética</u>

Emisión de los dispositivos de tratamiento de la información. Dispositivos clase A.

- UNE-EN 55032:2016/A1:2021 Compatibilidad electromagnética de equipos multimedia. Requisitos de emisión. Equivalencias internacionales: EN 55032:2015/A1:2020 (Idéntico) y CISPR 32:2015/A1:2019 (idéntico).
- UNE-EN IEC 55016-1-4:2019/A1:2020 Especificación para los métodos y aparatos de medida de las perturbaciones radioeléctricas y de la inmunidad a las perturbaciones radioeléctricas. Parte 1-4: Aparatos de medida de las perturbaciones radioeléctricas y de la inmunidad a las perturbaciones radioeléctricas. Antenas y emplazamientos de ensayo para medidas de

perturbaciones radiadas. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en septiembre de 2020. Equivalencias internacionales: EN IEC 55016-1-4:2019/A1:2020 (idéntico) y CISPR 16-1-4:2019/A1:2020 (idéntico).

- UNE-EN IEC 61000-3-2:2019/A1:2021 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-2: Límites. Límites para las emisiones de corriente armónica (equipos con corriente de entrada <= 16 A por fase). Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en mayo de 2021. Equivalencias internacionales: EN IEC 61000-3-2:2019/A1:2021 (idéntico) y IEC 61000-3-2:2018/A1:2020 (idéntico).
- UNE-EN 61000-3-3:2013/A1:2020 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-3: Límites. Limitación de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en las redes públicas de suministro de baja tensión para equipos con corriente asignada <= 16 A por fase y no sujetos a una conexión condicional. Equivalencias internacionales: EN 61000-3-3:2013/A1:2019 (idéntico) y IEC 61000-3-3:2013/A1:2017 (idéntico).

Inmunidad a las ondas expansivas (sobretensiones, rayos) de nivel 4.

- UNE-EN 55024:2011/A1:2015 Equipos de tecnología de la información. Características de inmunidad. Límites y métodos de medida. Equivalencias internacionales: EN 55024:2010/A1:2015 (idéntico) y CISPR 24:2010/A1:2015 (idéntico).
- UNE-EN 61000-4-2:2010 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-2: Técnicas de ensayo y de medida. Ensayo de inmunidad a las descargas electrostáticas. Equivalencias internacionales: EN 61000-4-2:2009 (idéntico) y IEC 61000-4-2:2008 (idéntico).
- UNE-EN IEC 61000-4-3:2020 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-3: Técnicas de ensayo y de medida. Ensayos de inmunidad a los campos electromagnéticos, radiados y de radiofrecuencia. Ratificada por la Asociación Española de Normalización (AENOR) en abril de 2021. Equivalencias internacionales: EN IEC 61000-4-3:2020 (idéntico) y IEC 61000-4-3:2020 (idéntico).
- UNE-EN 61000-4-4:2013 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-4: Técnicas de ensayo y de medida. Ensayos de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas. Equivalencias internacionales: EN 61000-4-4:2012 (idéntico) y IEC 61000-4-4:2012 (idéntico).

- UNE-EN 61000-4-5:2015/A1:2018 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-5: Técnicas de ensayo y de medida. Ensayos de inmunidad a las ondas de choque. Equivalencias internacionales: EN 61000-4-5:2014/A1:2017 (idéntico) y IEC 61000-4-5:2014/A1:2017 (idéntico).
- UNE-EN 61000-4-6:2014 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-6: Técnicas de ensayo y de medida. Inmunidad a las perturbaciones conducidas, inducidas por los campos de radiofrecuencia. Equivalencias internacionales: EN 61000-4-6:2014 (idéntico) y IEC 61000-4-6:2013 (idéntico).
- UNE-EN 61000-4-8:2011 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-8: Técnicas de ensayo y de medida. Ensayos de inmunidad a los campos magnéticos a frecuencia industrial. Equivalencias internacionales: EN 61000-4-8:2010 (idéntico) y IEC 61000-4-8:2009 (idéntico).
- UNE-EN 61000-4-29:2002 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 29: Ensayos de inmunidad a los huecos de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión en los accesos de alimentación en corriente continua. Equivalencias internacionales: EN 61000-4-29:2000 (idéntico) y IEC 61000-4-29:2000 (idéntico).

Protección del Medioambiente:

- La Directiva 2011/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de junio de 2011, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en AEE (Directiva ROHS2), orientada a la prevención, que fue transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 219/2013, de 22 de marzo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- La Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Directiva RAEE2), orientada hacia la gestión de los RAEE e incorporada a la normativa nacional mediante el Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

3.88.2. TELECONTROL DE LA RED DE HIDRANTES

UNE-EN 15099-1:2007 ERRATUM:2008 Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales.

3.88.2.1. Interoperabilidad

La implementación de la interfaz interoperable para los sistemas de telecontrol se encuentra especificada en la norma UNE 318002-3 «Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad» elaborada por el grupo de trabajo GT3-Telecontrol del comité técnico de normalización CTN 318-Riegos de la Asociación Española de Normalización (UNE). Esta implementación estará ajustada a las especificaciones de la norma UNE 318002-3 contenidas en su Anexo B «Interfaz de subsistemas con SOAP 1.2», si se realiza con protocolo SOAP 1.2, o a las contenidas en su Anexo G «Interfaz de subsistemas con REST», si se realiza con protocolo REST.

Este estándar establece las directrices para la interoperabilidad entre los sistemas desarrollados para la gestión y/o control de las instalaciones de riego. La norma puede ser aplicada bajo cualquier plataforma tecnológica y en cualquier tipo de sistema de riego, independientemente del esquema de gestión del agua (público o privado, individual o colectivo).

Este estándar no define los requisitos de *hardware* o *software* para ninguno de los sistemas a los que se aplica. Solo se refiere a interfaces de acceso, sin restricciones sobre las implementaciones subyacentes. El estándar ha sido diseñado para evitar interferencias con soluciones propietarias sujetas a propiedad intelectual. Para garantizar la interoperabilidad basada en estas premisas, el estándar define tres interfaces de comunicación (Interfaz de Gestión, Interfaz de Eventos e Interfaz con Subsistemas) y la arquitectura sobre la que aplican estas interfaces. Se requieren tres niveles de arquitectura para acomodar las interfaces:

- → El nivel de gestión, donde se ubicará cualquier MIS que cumpla con la norma. De todos los métodos disponibles, cada MIS solo implementará aquellos que sean necesarios para ejecutar sus funcionalidades.
- → El nivel de control superior: coordinación. Este elemento de *software* (el bróker de coordinación) actúa como enlace entre las aplicaciones MIS y los

subsistemas de control. Todos los métodos deben estar a disposición del Bróker de Coordinación para garantizar la correcta ejecución de sus tareas.

→ El nivel de control inferior: RMCS. Estos también pueden denominarse subsistemas de riego. Son soluciones comerciales completas (*hardware* y *software*) diseñadas para controlar ciertas entidades de riego. Cada subsistema debe implementar los métodos necesarios para realizar las tareas de la entidad o entidades de riego que controla.

Tanto la aplicación de control SCADA como la aplicación de gestión estarán implementadas para cumplir la norma de interoperabilidad UNE 318002-3 «Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad».

La aplicación de control SCADA estará siempre aguas abajo del bróker de coordinación (en adelante, coordinador) y quedará implementada para comunicar con él, sea este coordinador instalado en la obra o no.

Sin embargo, la aplicación de gestión podrá implementarse bien aguas abajo del coordinador (en caso de no instalarse un coordinador) o bien aguas arriba del mismo (en caso de que sí se instale un coordinador), pero siempre implementada para comunicar con el coordinador según la norma descrita anteriormente.

3.88.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES Y OBLIGATORIAS

Las especificaciones contenidas en esta parte del Pliego de Prescripciones técnicas son condiciones mínimas de obligado cumplimiento para los sistemas que sean ofertados y su incumplimiento será causa de exclusión de la correspondiente licitación.

3.88.3.1. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

3.88.3.1.1. Red de riego

Abastecimiento. Estructura de abastecimiento de agua como: río, canal, embalse, balsa, pozo, etc. (UNE-EN 15099-1).

Acometida. Localización de la toma de agua en el origen del abastecimiento (en caso de tratarse de distribución por gravedad, será cada toma del canal) (UNE-EN 15099-1).

Sector. Área regable abastecida por cada acometida (UNE-EN 15099-1).

Subsector. Subárea regable dentro de un sector que funciona independientemente del resto del sector (UNE-EN 15099-1).

Agrupación (bloque de riego). Área regable dentro de un sector en la que el caudal y la presión están sujetos a un control comunitario (UNE-EN 15099-1).

Parcela. Área regable dentro de una agrupación, con autonomía en lo concerniente al cultivo y al control unitario del consumo (UNE-EN 15099-1).

Tubería principal. Tubería de conexión entre la acometida y cada subsector o conjunto de agrupaciones (UNE-EN 15099-1).

Tubería secundaria. Tubería de conexión entre el extremo de cada tubería principal y el punto de control de cada grupo o bloque de riego (UNE-EN 15099-1).

Portarramales. Tubería de conexión entre el punto de control de cada grupo o bloque de riego y el punto de control de cada parcela (UNE-EN 15099-1).

Ramal. Tubería de conexión entre el punto de control de cada parcela y los elementos de aplicación del agua sobre el campo. No se considera como un elemento de la red de distribución (UNE-EN 15099-1).

Toma de parcela. Elemento instalado en la tubería portarramales utilizado para controlar el abastecimiento de agua y distribuirla a la parcela (UNE-EN 15099-1).

Hidrante. Elemento de unión al ramal de riego dentro de la parcela (UNE-EN 15099-1).

Válvula. Dispositivo de control del caudal suministrado a un sistema de distribución de agua para riego (UNE-EN 15099-1).

Contador. Dispositivo que mide el volumen total de caudal que atraviesa la válvula (UNE-EN 15099-1).

3.88.3.1.2. Sistema de automatización

Automatización

Se entiende por automatización el conjunto de procesos que llevarán a hacer funcionar la instalación en ciclo continuo, sin necesidad de intervención humana. En cada instalación se distinguirá el ciclo base como el ciclo de funcionamiento normal de la instalación. Se denominarán ciclos auxiliares aquellos que se realizan de forma periódica con propósito de mantenimiento, limpieza, etc.

Por diseño de ingeniería se establecerá cuál es el ciclo básico, así como los parámetros en los que debe desenvolverse el mismo y las alarmas que debe generar. Una vez determinado este ciclo se diseñarán los diferentes ciclos auxiliares, así como los momentos en que deben desencadenarse.

El sistema usará habitualmente un doble proceso. Por una parte, se instalará un cuadro eléctrico central donde se conectarán a un bornero de relés los distintos mecanismos que se van a activar. Los relés actuarán a través de un autómata programable adecuadamente dimensionado a las necesidades. El autómata programable guardará en su memoria un informe de estado de los diferentes dispositivos existentes. Se instalarán además pulsadores adicionales para actuar manualmente sobre aquellos mecanismos sobre los que se estime conveniente tener un acceso más directo.

Telecomunicaciones

Comunicación por microondas. Comunicación que utiliza frecuencias superiores a unos 5 GHz, en la gama de las microondas (Diccionario español de ingeniería de la Real Academia de Ingeniería).

GPRS (*General Packet Radio Service*). Evolución de la red de telefonía celular GSM que permite la transmisión de datos mediante conmutación de parquetes. Alcanza velocidades de transmisión teóricas de hasta 170 kbps. Es una tecnología de transición entre los sistemas GSM y UMTS, por lo que también es conocida como tecnología móvil 2,5G (Diccionario panhispánico del español jurídico de la Real Academia Española).

GSM (*Global System for Mobile Communications*). Sistema de comunicaciones móviles digitales de segunda generación para aplicaciones de voz y datos hasta 9,6 kbps (Diccionario español de ingeniería de la Real Academia de Ingeniería).

Radiocomunicación. Telecomunicación realizada por medio de las ondas radioeléctricas (Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española).

Telecomunicaciones: Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos (Diccionario panhispánico del español jurídico de la Real Academia Española).

Wifi. Certificado que otorga la WECA a aquellos dispositivos que utilizan el estándar IEEE 802.11b o IEEE 802.11g para conectarse a redes LAN de forma inalámbrica y que cumplen una serie de requisitos (Diccionario español de ingeniería de la Real Academia de Ingeniería).

WiMax (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*). Sistema de comunicaciones inalámbricas (IEEE 802.16) diseñado para la creación de redes de área metropolitana. Es similar a la norma Wi-Fi, pero proporciona con una mayor cobertura y tasa de bits (Diccionario español de ingeniería de la Real Academia de Ingeniería).

3.88.3.1.3. Sistema de telecontrol

Aplicación MIS. Programa informático destinado a la toma de decisiones administrativas y/o operativas en las entidades de riego. Ejecuta una o más de las siguientes funciones específicas:

- control administrativo;
- control contable;
- labores de mantenimiento;
- modelización del comportamiento;
- gestión operativa; y
- cualquier otro fin destinado a mejorar la toma de decisiones.

La lista anterior es descriptiva y no limitativa (UNE 318002-3).

Base de datos de tiempo real. Conjunto de los datos que definen el estado de la instalación en el momento en que son consultados.

Base de datos histórica. Base de datos que describe la evolución de la instalación durante un período de tiempo.

Bróker de Coordinación. Programa informático responsable del mapeado de las entidades de riego, de la recogida y consolidación de sus datos y de la gestión de los Elementos de Procedimiento ejecutados por las mismas. Debe ajustarse a las interfaces de gestión, subsistemas y eventos (UNE 318002-3).

Sistema de telecontrol de zonas regables; RMCs. Conjunto de elementos preparado para funcionar en redes geográficamente distribuidas según parámetros predefinidos o decisiones del usuario, y capaz de supervisar y almacenar datos y parámetros de funcionamiento (UNE-EN 15099-1).

Sistema de telecontrol. Sistema que sirve para supervisar y controlar procesos distribuidos geográficamente. Incluye todos los equipos y funciones necesarias para la adquisición, procesamiento, transmisión y visualización de la información necesaria del proceso (UNE-EN 15099-1).

Subsistema. Denominación que recibe un RMCS en términos de interoperabilidad (UNE 318002-3).

Telecontrol. Conocimiento del estado de la instalación mediante una consulta remota al área de memoria del autómata donde se guardan los valores que define el estado de la misma.

Telemando. Se denominará telemando a la acción de cambiar remotamente el contenido de la memoria del autómata que controla la instalación, con el objeto de que este desencadene un ciclo alternativo al ciclo principal o modifique los parámetros en los que el ciclo principal se desenvuelve.

Telecontaje; transmisión de totales integrados. Transmisión a distancia de los valores tomados por las magnitudes medibles que se integran en función de una variable dada, tal como el tiempo, utilizando técnicas de telecomunicaciones. La

integración puede realizarse antes o después de la transmisión. Si la integración se realiza antes de la transmisión se utiliza el término «transmisión de valores integrados» (UNE-EN 15099-1).

Teleindicación; teleseñalización. Supervisión remota de información sobre el estado de alarmas, posición de los interruptores o posición de las válvulas (UNE-EN 15099-1).

Telemedición. Transmisión de los valores de las variables medidas utilizando técnicas de telecomunicaciones (UNE-EN 15099-1).

Televigilancia. Supervisión a distancia del estado de funcionamiento de una instalación utilizando técnicas de telecomunicaciones (UNE-EN 15099-1).

Telegestión. Gestión de la información recopilada por el sistema de telecontrol de la zona regable, cuyo objetivo es facilitar la gestión de la comunidad de regantes o del grupo de usuarios (UNE-EN 15099-1).

Centro de control; CCU. Conjunto de dispositivos diseñado para recopilar y procesar, de forma manual o automática, los parámetros de estado del sistema (estado de la válvula, lectura del contador, lectura del transmisor de nivel, estado del motor, etc.) necesarios para la gestión del sistema (recopilación de datos, generación de informes actuales e históricos, y toma de decisiones para la gestión del riego (UNE-EN 15099-1).

Estación concentradora; CTR. Estación de una red jerárquica de telecontrol en la que se concentra la información supervisada procedente del terminal remoto (TR) para su envío al centro de control (CCU) y en la que las órdenes recibidas desde el CCU se distribuyen al TR (UNE-EN 15099-1).

Estación intermedia. Estación diseñada para organizar la transferencia de información y la comunicación bidireccional entre el CCU y la EC o el TR (UNE-EN 15099-1).

Terminal remoto; TR; Unidad remota. Equipo diseñado para actuar sobre un accionador según las instrucciones del CCU, así como para leer cualquier parámetro físico que daba ser enviado al CCU (UNE-EN 15099-1).

Información monitorizada. Información de la red de riego que muestra el estado de la instalación o un cambio en su estado. Esta información se visualiza de modo gráfico o numérico en el CCU (UNE-EN 15099-1).

Control. Acción intencionada sobre un sistema o dispositivo para conseguir los resultados especificados (UNE-EN 15099-1).

Tiempo del ciclo. Tiempo transcurrido entre apariciones consecutivas de cualquier información que es transmitida periódicamente (UNE-EN 15099-1).

Transmisión cíclica. Método de transmisión en el que se examinan las fuentes del mensaje y este se transmite de acuerdo a una secuencia definida (UNE-EN 15099-1).

Seguridad de datos. Procedimientos y acciones definidas para prevenir la revelación, transferencia, modificación o destrucción de datos de manera no autorizada, ya sea accidentalmente o de forma voluntaria (UNE-EN 15099-1).

3.88.3.2. ALCANCE DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y TELECONTROL

El sistema incluye tanto la automatización como el telecontrol centralizado y en tiempo real de las infraestructuras hidráulicas de las comunidades de regantes:

- El sistema se encargará de la automatización y telecontrol de las tomas de canal, estaciones de bombeo, estaciones de filtrado, balsas, subestación eléctrica, etc. de las comunidades de regantes, mediante autómatas programables (PLC) y terminales remotos (TR).
- El sistema se encargará, asimismo, del telecontrol y telegestión de los hidrantes de la red de riego, llevando el control sobre válvulas hidráulicas, contadores, detectores de flujo, sensores de humedad, transductores de presión, alarma de intrusión, etc., de las redes de riego mediante terminales remotos (TR).

El sistema de automatización y telecontrol estará basado en un sistema de comunicaciones por radiofrecuencia/ GPRS, distribuyendo los elementos de control (terminales remotos/ autómatas programables) en los distintos elementos a

controlar, dotándolos de inteligencia y total autonomía aún en ausencia de comunicaciones con el centro de control.

Para alcanzar los objetivos marcados se instalarán:

- Terminales remotos con capacidad para gestionar por sí mismos o de forma remota las aperturas y cierres de todas y cada una de las electroválvulas que componen las agrupaciones de riego e igualmente contar y almacenar los pulsos generados por los contadores para su tratamiento en cualquier momento desde el centro de control. También se podrán instalar sensores tales como transductores de presión, sensores de humedad, detectores de flujo, detectores de posición de válvula, etc. en determinados elementos o puntos de las instalaciones de riego de la comunidad de regantes de tal forma que el sistema de telecontrol sea capaz de leer los datos proporcionados por estos sensores y tener la autonomía capaz para actuar en consecuencia.

- Autómatas de control con interconexión a los cuadros de PLC para gestionar y comandar todos los eventos generados en las tomas de canal, estaciones de bombeo, estaciones de filtrado, balsas, subestación eléctrica, etc., incluyendo alarmas, sean del carácter que sea.

- Cuadros PLC en cada una de las tomas de canal, estaciones de bombeo, estaciones de filtrado, balsas, subestación eléctrica, etc.; dotados de *front-end* (pantalla de supervisión y mando local).

- Sistema de comunicaciones propio, fluido y autónomo entre todos los puntos de la red y el centro de control principal.

- Centro de control donde se ubicará la estación de trabajo (en inglés, *workstation*) con los sistemas informáticos, los sistemas de gestión y los sistemas de seguridad.

- PC clientes necesarios para el visionado, control y modificación tanto del *software* de control SCADA como del *software* de gestión.

- *Hardware* (equipos informáticos, periféricos, etc.) y *software* para el tratamiento y gestión de datos, de sistemas de alarma, de mensajes y avisos configurables, así como de las operaciones de mando y control sobre los equipos de medida y electromecánicos ubicados en todos los puntos de la red.

3.88.3.3. FUNCIONES MÍNIMAS DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y TELECONTROL

Las funciones mínimas que obligatoriamente ha de cumplir el sistema serán las descritas a continuación.

3.88.3.3.1. Funciones desde el punto de vista del usuario final (**comunidad de regantes**)

- Explotación y gestión racional, automática y centralizada de las infraestructuras de riego desde el punto de vista de la comunidad de regantes, consiguiendo:

  - Monitorización continua del estado de los elementos hidráulicos y del sistema de control.
  - Facilitar el manejo y la operación cotidiana de las instalaciones.
  - Incrementar la capacidad de reacción y respuesta de las infraestructuras ante situaciones críticas.
  - Aumentar la capacidad de suministro gracias a la posibilidad de suministrar el caudal necesario ante situaciones de demanda instantánea.

- Control de las dosis correctas de riego basándose en:

  - Una gestión agroclimática, de suelo y cultivo correspondiente a su hidrante, consiguiendo un alto grado de eficiencia en el riego.
  - Posibilidad elegir consumos, de forma independiente, en franjas horarias a decisión de la comunidad de regantes.

3.88.3.3.2. Funciones del sistema desde el punto de vista del regante

- Posibilidad de acceso web a consumos para que cualquier regante vía Internet pueda acceder mediante clave (en inglés, *password)* a los consumos propios de su parcela.
- Posibilidad de consultar vía web el volumen de su contador asociado.
- Posibilidad de apertura y cierre de su hidrante asociado.

3.88.3.3.3. Funciones de recogida automática de la información

- Datos de explotación hidráulicos: volúmenes consumidos y presiones registradas.
- Datos de explotación del sistema de control: estado energético y de los enlaces de comunicaciones.
- Actuaciones realizadas.
- Diario de eventos y alarmas. Se registrarán todos los eventos y la información posible de los distintos elementos del sistema, incluyendo actuaciones, estados de funcionamiento, recogida periódica de los datos de sensores, órdenes ejecutadas, alarmas, etc. Se generarán todas las alarmas que puedan indicar errores en el sistema, incongruencia, incompatibilidad o anomalías en la información recibida de los distintos elementos instalados, incluyendo desconexión o robo de equipos.
- Conectividad con el centro de control, en caso de ser necesario, a través de conexión remota vía Internet desde la oficina central de la comunidad de regantes u otra localización especificada por la comunidad de regantes.
- Generación de archivos de consumos con al menos las tarificaciones horarias vigentes.
- Generación de archivos de consumos con al menos 24 lecturas horarias parciales por día.

3.88.3.3.4. Funciones de procesamiento de datos recogidos

- Gestionar los consumos por hidrantes o toma con discriminación horaria de acuerdo a cualquier configuración de tramos que se desee.
- Gestión y control de dotaciones de volumen por sector, por regante, por hidrante y por tramo horario.
- Gestión y control de dotaciones por caudal instantáneo por sector, por regante, por hidrante y por tramo horario.
- Personalización de informes de consumos diarios y semanales.
- Volcar la información a bases de datos SQL o similar para intercambio datos con:
    - páginas web;
    - unidades remotas;
    - autómatas programables.

3.88.3.4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y TELECONTROL

3.88.3.4.1. Descripción general

Son necesarios una serie de componentes de *hardware* y *software* en cada uno de los niveles de la red que son, de acuerdo a la siguiente estructura de sistema, los siguientes:

- Centro de control destinado a recoger y gestionar la información de todos los datos de operación e históricos. Estará compuesta por una red informática de última generación, sistema de alimentación ininterrumpida (SAI), *software* de automatización personalizado y los correspondientes sistemas de comunicación bidireccional RF (radio frecuencia)/ GPRS entre este centro de control y cada uno de los subcentros de control de la red en alta, en caso de existir, por una parte, y, por otra, los terminales remotos de la red de riego o, en su caso, con las estaciones concentradoras.

- Subcentros de control. Se dispondrá del *hardware* necesario para implementar el *software* de control y supervisión de las estaciones de

bombeo, etc. Cada subcentro de control dispondrá de un sistema de comunicaciones por microondas/ RF (radio frecuencia)/ GPRS para el intercambio de datos entre el SCADA del centro de control y los subcentros de control.

- Autómatas programables instalados localmente en cada grupo de equipos electromecánicos e instrumentación que intervienen en los distintos procesos de llenado de balsas, bombeo, filtrado, etc. para poder actuar sobre la apertura/cierre de cada una de los elementos de la red hidráulica y obtener lectura de los instrumentos (transmisores de presión, caudalímetros, niveles, etc.) para conseguir el funcionamiento deseado.

- Terminal remoto instalado localmente en cada hidrante o punto a controlar de la red de riego y comunicado por RF (radio frecuencia)/ GPRS directamente con el centro de control o con este a través de un elemento intermedio. La unidad remota se encargará: de la apertura/cierre del número necesario de electroválvulas biestables de tipo *latch*; de la lectura y transmisión de los pulsos del número necesario de contadores, así como de la captación del número necesario de entradas analógicas para transductores de presión. Dispondrá también de todas las entradas y salidas necesarias para el control de los sensores específicos la obra. Presentará monitorización local de la fuente de alimentación correspondiente. Será autónoma en cuanto a sistema de alimentación, siendo dicha alimentación a través de pilas de litio/ sistema fotovoltaico.

3.88.3.4.2. Señales mínimas a contemplar

Se contemplarán al menos las siguientes señales de cada elemento a controlar y se definirán las señales necesarias en el caso de ser necesaria la instalación de elementos no listados a continuación.

De los hidrantes:

- Apertura/cierre de las válvulas hidráulicas que se le asignen, mediante actuaciones sobre los solenoides que las controlan, tanto en modo

directo (actuación en funcionamiento habitual en menos de 90 segundos) como en modo programación).

- Lectura y transmisión de los pulsos de todos los contadores que se le asocien.
- Captura de señales analógicas (transductores de presión, nivel señal batería, etc.) y digitales de uso general (intrusión, antivandalismo en paneles y báculos, etc.).
- Datos de medida de sensores de humedad, de nutrientes, etc.

De analizadores de red de los transformadores:

- Tensiones entre fases
- Intensidades de cada una de las fases
- Potencia activa, reactiva y factor de potencia
- Energía activa
- THDU % y THDI %

De transformadores:

- Posición cerrado interruptor bomba
- Disparo interruptor bomba
- Pulsos 1 y 2 analizador de red
- Alarma temperatura transformador bomba

De bombas con arrancador estático:

- Defecto arrancador
- Defecto protecciones eléctricas
- Confirmación marcha arrancador
- Orden de marcha
- Lectura analógica intensidad

De bombas con variador de frecuencia:

- Defecto variador
- Defecto protecciones eléctricas
- Confirmación marcha variador
- Orden de marcha
- Lectura analógica intensidad
- Consigna de frecuencia

De válvulas motorizadas de bombas:

- Selector grupo BOMBA+VÁLVULA posición AUT/MAN
- Defecto mecánico
- Defecto eléctrico
- Finales de carrera de apertura y cierre
- Orden abrir/cerrar

De extractores centrífugos:

- Selector posición AUT/MAN
- Defecto
- Confirmación de marcha
- Orden de marcha

De cuadros auxiliares:

- Ciclos limpieza filtros (cuadros de filtros)
- Alarma cuadros protección catódica
- Defecto cuadro golpes de ariete

De equipos de instrumentación:

- Señal analógica nivel ultrasónico en cántara de aspiración de bombas
- Señal digital de boya de nivel mínimo en cántara aspiración de bombas
- Señal analógica transmisores de presión en tuberías impulsión bombas y entrada y salida de filtros
- Señal digital presostato de mínima de seguridad en tubería impulsión bombas
- Señal digital de pulsos de caudalímetros y analógica de caudal instantáneo

De subestación eléctrica:

- Disparos de todas las protecciones
- Alarmas Buchholz, temperatura y nivel aceite transformadores
- Faltas de tensión
- Antintrusismo
- Defecto de la SAI

3.88.3.4.3. Modos de funcionamiento de la automatización de la red de alta

Modo manual

La característica esencial del funcionamiento manual es que la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, subida o bajada de una compuerta, etc.) será tomada a voluntad por el operador, ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando (botoneras, potenciómetros, etc.) y ejecutada por los actuadores correspondientes (contactores, relés, posicionadores, etc.).

En caso de no cablearse a través del autómata de control se exigirán unas condiciones mínimas de seguridad para el arranque y parada de los elementos controlados.

Modo automático

Por otra parte, en el funcionamiento automático será el PLC el que tome las decisiones de realizar las maniobras en función de la activación de las diferentes entradas, transmitida al sistema por medio de salidas digitales y analógicas, y ejecutadas por los actuadores sin intervención del operador.

En este caso todos los enclavamientos que intervienen son lógicos (excepto las protecciones). Si falla uno de los grupos en servicio arrancará en su lugar el grupo de reserva. Al anularse la causa de la alarma volverá a arrancar el grupo sustituido. Los grupos disponibles se rotarán de forma cíclica en sus arranques y paradas. La regulación de las bombas con variadores de frecuencia se estudiará para conseguir el menor coste energético.

A. Nivel automático

Todos los sistemas electrónicos y electromecánicos de la instalación serán controlados por un autómata programable. Un fallo a este nivel dejará en funcionamiento el ciclo de protección. Este fallo debe ser conocido inmediatamente en el centro de control y dar origen a una respuesta humana cualificada para resolver el problema, sin que se produzcan daños de mayor calado.

El sistema de control incluirá un autómata programable de las siguientes características generales.

A. Unidad central de proceso (CPU).
B. Módulo de memoria EEPROM.
C. Módulos de comunicaciones.
D. Módulo de entradas analógicas 4-20 mA.
E. Módulos de entradas digitales 24 Vcc.
F. Módulos de salidas digitales a relé
G. Módulos de salidas analógicas 4-20 mA.

Este autómata programable tendrá a su cargo todo el funcionamiento en modo automático de las estaciones de bombeo en función de la demanda de la red de la infraestructura hidráulica, debiendo realizar las siguientes funciones:

A. Separación galvánica del cuadro de control.
B. Medida de tensiones
C. Intensidad de alimentación a cada grupo de bombeo.
D. Mando automático en función de las condiciones de demanda.
E. Selección de los grupos de bombeo necesarios.
F. Señalización de marcha-paro de cada grupo de bombeo.
G. Horas de funcionamiento de cada grupo de bombeo.
H. Número de arranque de cada grupo de bombeo.
I. Control de parada escalonada de los grupos de bombeo por fallo
J. Puesta en marcha escalonada de los grupos de bombeo al cesar el fallo.
K. Parada individual de los grupos de bombeo
L. Rotación cíclica del funcionamiento de los grupos de bombeo
M. Tratamiento de las señales procedentes de la instrumentación de campo.

B. Modo de funcionamiento normal

Los PLC son concebidos como entes autónomos, capaces de funcionar aisladamente o en comunicación con otros PLC o con el centro de control. Para cada uno de los PLC se incluye un selector «local/remoto» que habilita/deshabilita el mando desde el centro de control, es decir, la recepción de órdenes y cambios de

consignas, de manera que cuando este selector se encuentre en la posición local inhibirá la ejecución de los comandos enviados desde el centro de control. Sin embargo, sí se transmitirán todos los cambios que se produzcan al centro de control, quedándose reflejados en el SCADA. Localmente también se podrá operar sobre cualquier elemento desde el armario CCM de la estación de bombeo. Para ello, cada elemento telemandable (compuerta, válvula, bomba, etc.) incluye un selector «automático – 0 – manual» que habilita el mando desde PLC.

Cuando el selector se encuentre en posición «AUT» (automático) el PLC recibirá y atenderá las órdenes y cambios de consigna guardados en su memoria. Estos datos habrán sido programados previamente, bien de forma remota desde el centro de control, bien de forma local desde la pantalla táctil.

En modo automático cada PLC funcionará según los algoritmos de regulación correspondientes a las instalaciones controladas cuyo selector se encuentre en esta posición. Los elementos cuyo selector se encuentre en manual deberán ser operados desde las botoneras locales y no podrán ser telemandados por el PLC, quien se limitará a supervisar su estado.

Las estaciones de bombeo podrán funcionar totalmente de forma automática o bien de forma manual mediante la operación de los distintos equipos desde el SCADA local.

El régimen de funcionamiento de los grupos de bombeo será automático comandado por la demanda de consumo, para lo cual se instalarán equipos variadores de velocidad que permitan el modo de operación descrito.

La información será recibida por el cuadro de control procedente de los siguientes equipos de campo e instrumentación instalada. Además recibirá la información de todas las variables eléctricas suministrada desde las cabinas y cuadros eléctricos indicando la tensión, consumo de los equipos principales, etc., así como las alarmas por fallo eléctrico de cada una de las máquinas instaladas, motores principales, válvulas, ventiladores, etc., ordenando la parada inmediata del equipo afectado, quedando visualizado el defecto en la ventana de alarma correspondiente.

Realizará igualmente el registro continuo del caudal bombeado, tanto instantáneo como total, así como el número de horas de funcionamiento de cada grupo de bombeo.

Las comunicaciones por consultas periódicas desde el centro de control serán de forma ordenada, secuencial y eficiente para aprovechar la capacidad de los canales de comunicación al máximo y con número de reintentos programables.

El modo de funcionamiento por defecto lo decidirá el director de las Obras y personal técnico responsable de la comunidad de regantes.

C. Automatización de arranque y parada de los equipos

Como filosofía de regulación se establece la de mantener una presión constante (consignable) en el colector de impulsión, con enclavamientos de límites de presión y de caudal en impulsión. El PLC determinará el n.º de bombas en marcha y la frecuencia necesaria en cada una de ellas para mantener esta presión en cada momento, adaptándose a la demanda de la red.

La secuencia de arranque de una bomba desde el PLC será la siguiente:

- Comprobar el cierre de la válvula de mariposa de impulsión
- Confirmación de cebado
- Arranque grupo principal
- Apertura de la válvula de mariposa

La secuencia de paro de una bomba desde el PLC será la siguiente:

- Cierre de la Válvula de Mariposa en impulsión
- Paro de bomba

La secuencia de regulación, suponiendo un esquema de comienzo de riego, se resume en los siguientes pasos:

1) Cuando la medida de la presión del colector de impulsión descienda por debajo de una histéresis establecida sobre el valor de consigna, el PLC arrancará a frecuencia mínima (Vr1 consignable, en principio 37 Hz) una de las bombas

disponibles (BR), la que corresponda por rotación en función del n.º de horas de funcionamiento y de arranques, pasando a funcionar a velocidad variable para adaptar su velocidad a las necesidades de presión en impulsión. Esta regulación se realizará con un algoritmo en el PLC.

2) Si por necesidades de presión el variador de la bomba BR en marcha alcanza una velocidad Vr2 (consignable, en principio 50 Hz), entonces arrancará la segunda bomba (BT) según rotación, llevándola a un velocidad constante Vt2 (consignable, en principio 45 Hz). No se lleva al 100 % para evitar que la bomba anterior BR trabaje a una velocidad excesivamente pequeña). Lo ideal sería conseguir que en cada momento todas las bombas en marcha trabajasen a una frecuencia tal que se encuentren en un punto cercano al de máximo rendimiento. En esta situación la primera bomba BR continúa regulando para mantener la presión de impulsión constante, variando su velocidad.

3) Cuando la bomba BR supera de nuevo la velocidad consignable Vr2, arrancará una tercera bomba y así sucesivamente según corresponda por rotación. En cualquier caso no se permitirá el arranque de una nueva bomba si la presión se encuentra por encima de un valor de presión admisible Pa consignable, que será levemente inferior a la consigna de presión a alcanzar Pi.

Cuando comience a aumentar la presión de impulsión por finalización de los riegos se procede de la siguiente forma:

1) Cuando la bomba BR baja su velocidad hasta Vr3 consignable (en principio 40 Hz) se para una de las otras bombas en marcha y durante un tiempo Tm1 la bomba BR baja a una velocidad Vr2, tras el cual vuelve a adquirir su máxima velocidad y se continúa regulando con la BR. En caso de que BR llegue a Vr3, se procederá de igual forma a la descrita hasta que sólo quede la bomba de regulación BR.

2) Si siendo BR la única bomba en funcionamiento esta bajara su velocidad de Vr3 pararía cuando la presión en el colector de impulsión superase el valor de presión máxima permitida (consignable), el caudal impulsado descendiese por debajo de la consigna de caudal mínimo o bien se superase un tiempo consignable a frecuencia mínima.

- Rotación de las bombas

A la hora de arrancar y parar bombas en modo programa o llenado se realiza una rotación de las mismas según los tiempos relativos de funcionamiento, pero existe la posibilidad de establecer una prioridad entre las bombas, de tal forma que las bombas arrancarán y pararán en función de dicha prioridad.

- Enclavamientos

Para todas las bombas se definirán los siguientes tiempos, cuyos enclavamientos no permitirán el arranque mientras esté activo alguno:

Tiempo entre parada y arranque de una misma bomba (minutos).
Tiempo entre paradas bombas diferentes (segundos).

Además, las bombas pararán en caso de que la presión de impulsión supere un valor máximo Pm consignable y en caso de activarse la señal de falta de agua en el colector de aspiración. Así mismo, las bombas pararán si se detecta pérdida de la señal analógica de presión de impulsión.

- Maniobras y tiempos de funcionamiento

Se realizará el contaje de número de maniobras de arranque y tiempos acumulados a origen de funcionamiento. El PLC generará para ello un contador de maniobras utilizando posiciones de memoria no volátiles. Igualmente generará un contador tiempo de funcionamiento para cada bomba. Estos contadores son cíclicos de forma que pasan de 9999 9999 a 0000 0000. Ambos contadores tendrán disponible la posibilidad de puesta a cero desde SCADA.

- Alarmas de confirmación de marcha

Para cada orden (salidas digitales) se incluirá un tiempo de confirmación de maniobra. Se comprobará la correcta ejecución de cada orden vigilando la confirmación de la misma mediante la entrada digital (ED) de marcha de cada máquina dentro del tiempo máximo establecido como consigna. Se vigilará asimismo la condición contraria, es decir, la activación de la ED de marcha de la máquina sin

existir una orden por parte del autómata, y siempre en el supuesto de que la máquina funcione en automático por PLC. Se generará una alarma de confirmación de marcha en cualquiera de estos casos.

D. Funciones mínimas de la automatización de las estaciones de bombeo

a) Totalización de los volúmenes de agua impulsados y almacenamiento de datos de fecha, hora y cantidad total en los momentos determinados por *software*.
b) Accionamiento marcha-paro de los grupos de bombeo de forma que permitan el total funcionamiento de forma automática o bien de forma manual mediante la operación de los distintos equipos desde el cuadro CCM.
c) El régimen de funcionamiento de los grupos de bombeo será automático comandado por la demanda de consumo, para lo cual se instalarán en cada estación de bombeo correspondiente a la red de riego, equipos variadores de velocidad, que permitan el modo de operación descrito.
d) Control de apertura y cierre de electroválvulas en los momentos programados según la rutina de arranque de los equipos de bombeo.

El funcionamiento del sistema de control deberá ser autónomo aún en el caso de pérdida temporal de comunicación con el centro de control mientras queden turnos programados por ejecutar.

Bajo consulta remota, desde el centro de control, se podrá acceder de forma rápida a todos los parámetros almacenados en las estaciones de bombeo.

Los PLC deberán tener capacidad para gestionar y transmitir distintas alarmas al centro de control. Dispondrán de entradas digitales y analógicas suficientes para conectar los sensores e instrumentación correspondiente a cada tipo de alarma.

Se preverá la generación y envío al centro de control al menos de las siguientes alarmas que a continuación se describen:

Fallo en maniobra de equipos de bombeo. Se activará esta alarma estableciendo un periodo de tiempo programable para comprobar a través de la lectura que la maniobra de marcha-paro y/o selección de mando manual/automático de los equipos de bombeo se ha completado correctamente.

Fallo en protecciones de equipos de bombeo. Se activará esta alarma estableciendo un periodo de tiempo programable para comprobar a través de la lectura que el estado de funcionamiento de las protecciones y elementos de seguridad de los equipos de bombeo es el correcto y se encuentran dentro de las condiciones de funcionamiento establecidas previamente.

Fallo en maniobra de válvulas y compuertas motorizadas. Se activará esta alarma estableciendo un periodo de tiempo programable para comprobar a través de la lectura que la maniobra de cierre o apertura de la válvula y compuertas se ha completado correctamente.

Fallo de alimentación. Se instalará un sistema de alimentación ininterrumpida SAI en cada cuadro del PLC de tal forma que, en caso de fallo de alimentación de la red principal, se tenga la suficiente energía para almacenar todos los datos y se envíen al centro de control, así como la señal de alarma por fallo de alimentación correspondiente.

3.88.3.5. ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES Y SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

La red de comunicaciones será el soporte a implementar para que el sistema de automatización y telecontrol proporcione todas las funcionalidades expresadas en este documento.

Para dar soporte a las comunicaciones entre los distintos niveles jerárquicos se plantea la instalación de una red de comunicaciones configurada en tres niveles:

- Nivel 1: Centro de control. Comunicaciones entre centro de control y elementos intermedios (en caso de ser estos últimos necesarios).
- Nivel 2: Elemento intermedio (concentradores, enrutadores, repetidores, etc., en caso de ser necesarios). Comunicaciones desde el elemento intermedio hasta los autómatas programables o terminales remotos.
- Nivel 3: Autómatas programables o terminales remotos.

Las comunicaciones deberán presentar las siguientes características: el elemento intermedio deberá controlar y recoger datos de un número determinado de elementos de campo que dependerá del sistema que finalmente sea instalado.

Dado que la cantidad de datos que se transfieren en estos enlaces son pocos y esporádicos y que no se requiere, por tanto, una gran velocidad y que, a su vez, no es posible el tendido de medios físicos de conexión entre los elementos intermedios y los mencionados puntos, se propone el uso de enlaces radio de datos a baja velocidad (módems) en la banda de VHF o UHF / GPRS si las distancias los exigen.

- Las comunicaciones deben ser robustas, fiables y seguras, de forma que se evite en lo posible la conexión de elementos ajenos a la red.
- La respuesta del sistema de comunicaciones ha de ser rápida.
- El ancho de banda del sistema ha de ser suficiente como para soportar los mensajes de control y captura de datos.
- El acceso a la red de control deberá contar con diferentes privilegios. Cada usuario del sistema tendrá acceso solo a aquellos datos y acciones para los que esté autorizado.

En este caso se utiliza la tecnología de radiofrecuencia / GPRS para la comunicación entre el elemento intermedio y los autómatas programables o las unidades remotas (entre el centro de control y los terminales remotos). Por tanto, no hay conexión física entre el centro de control y el terminal remoto, permitiendo la centralización del sistema en comunidades o instalaciones donde la utilización del cable no sea viable o se prefiera el sistema vía radio.

En los puntos particulares, en los que la cobertura radiofrecuencia / GPRS no fuera la adecuada, se permitirá utilizar otro tipo de comunicación para enlazar con el punto más cercano y, finalmente, poder llegar hasta el centro de control con la tecnología de comunicación principal del proyecto.

3.88.3.6. COMUNICACIONES ENTRE CENTRO DE CONTROL, CONCENTRADORA Y TERMINALES REMOTOS

OPCIÓN 1: RADIOFRECUENCIA

Se trata de una arquitectura con dos eslabones bien diferenciados:

A. **Comunicación entre centro de control y elemento intermedio:**

En el centro de control se habilitarán los PC con el SCADA y el *software* de gestión que actuarán como servidores. Dichos servidores se conectarán con un frontal de comunicaciones (radio enlace) que dispondrá de sus correspondientes antenas.

La comunicación entre el centro de control y las unidades de campo (elemento intermedio enrutador/concentrador) se realizará por radio bien en banda libre o banda legalizada (preferiblemente). Para elegir el sistema más adecuado se han de realizar previamente las pruebas de cobertura correspondientes.

B. Comunicación entre elementos intermedios y autómatas programables o terminales remotos

En caso de instalar un sistema que disponga de elemento intermedio como vía de comunicación entre el centro de control y unidades remotas, la comunicación entre estos últimos se realizará vía radio en banda libre (preferiblemente). Para ello el elemento intermedio, podrá realizar una consulta cíclica o periódica (en inglés, *polling*), en caso de ser necesario, de comunicación para que cada cierto tiempo comunique con cada módulo, de forma que en pocos minutos se haya comunicado con todos los módulos recibiendo toda la información de estos.

El elemento intermedio/enrutador vendrá equipado con radio y antena para la comunicación con las unidades remotas. La alimentación de dicha elemento intermedio podrá ser tanto en corriente alterna como en continua.

Los módulos podrán trabajaran como repetidores y enlazar con unidades que no tienen visibilidad desde su elemento intermedio o desde el propio centro de control y, así, adaptarse con mayor facilidad a las dificultades orográficas del medio rural.

Se permiten un máximo de 3 saltos entre terminales remotos hasta llegar al centro de control la comunicación del elemento con poca visibilidad.

Con la solución propuesta se podrá implementar una estrategia de comunicaciones en tiempo real con refresco, según petición de usuario, del estado de la red de riego, en la aplicación SCADA del centro de control (en el orden de unos pocos segundos). Las órdenes de telemando emitidas desde el centro de control también serán ejecutadas en tiempo real. Las alarmas y eventos generados en los elementos de control se transmiten también inmediatamente hacia el centro de control.

Para el intercambio de datos entre los elementos intermedios de campo, con la red Ethernet del centro de control, que comunica los ordenadores del sistema y los posibles accesos externos a través de líneas de Internet de alta velocidad, en el centro de control se instalará un frontal de comunicaciones con los elementos de radio apropiados que gestionará el enrutamiento de los datos, la integridad de los mismos y el control de reintentos. Para esta comunicación se utilizará una frecuencia preferiblemente en banda legalizada.

El elemento intermedio (concentrador/enrutador con los equipos necesarios para la comunicación) se encargará de centralizar todas las comunicaciones de campo de los terminales remotos cercanos a él mediante un enlace radio preferiblemente en banda libre y comunicará con el centro de control mediante el enlace radio con banda legalizada explicado anteriormente.

Se permitirá el enrutamiento entre remotas de telecontrol sin superar el máximo de tres saltos. La estación remota se podrá configurar de serie como repetidor de comunicaciones, comportándose como un *router* de comunicaciones, teniendo la capacidad de reorientar el envío de datos según rutas alternativas predefinidas, en el caso de ser detectado un problema en la comunicación con su concentrador/enrutador original.

Se realizará un estudio previo de coberturas para determinar que los hidrantes elegidos como elementos intermedios disponen de buena cobertura para su comunicación con el centro de control, así como la cobertura de radio en banda libre de los hidrantes cercanos con el hidrante elegido como elemento intermedio. La ubicación final de los elementos intermedios dependerá de dicho estudio de

coberturas. Si existiese alguna zona con déficit de cobertura, tendrán formas arbitrarias de comunicación, pero la filosofía de interpretar la probabilidad de cobertura es la misma.

Se realizarán medidas de campo que determinen:

Niveles de señal en cada punto de control con centro de control.
Nivel de ganancia.
Potencia de emisión.
Y demás parámetros que determinen con exactitud el umbral de comunicaciones exigible para un óptimo enlace.

En caso de necesitarse, se instalará en cada punto de control un báculo de altura necesaria, que soportará las antenas, para garantizar unas comunicaciones correctas.

Estudio de coberturas de radio y comunicación con el centro de control. Proyecto de legalización de frecuencias

Para garantizar la correcta visibilidad entre las ubicaciones de todos los elementos de campo y antes de proceder a su instalación definitiva, se realizará un estudio de coberturas completo. Se detectarán las zonas de visibilidad directa entre centros emisores y receptores de la zona de estudio, así como, dependiendo de estas zonas de visibilidad y de sombra obtenidas, la asignación de unidades de campo dependientes. Para solucionar los problemas de cobertura en los puntos dependientes se empleará la solución más adecuada para lograr su correcta comunicación con el centro de control, ya sea mediante repetidores o mediante enrutamientos dinámicos. Para estos puntos especiales se realizará el redimensionado energético apropiado para que no se alteren los parámetros de funcionamiento prescritos para la instalación.

Se recogerán todas las señales que se indiquen de los autómatas instalados y se enviarán dichas señales y se implementarán en el SCADA del centro de control.

Proyecto de legalización de frecuencias

Se redactará el proyecto de telecomunicaciones de radio, la presentación de la solicitud ante la Dirección General de Telecomunicaciones, y se realizará el seguimiento de la tramitación hasta la obtención de la concesión de la licencia.

El propietario final de las licencias de las frecuencias utilizadas en las comunicaciones será la comunidad de regantes.

Como estimación se consideran las distancias máximas para las frecuencias libres siguientes:

433 MHz

Está limitada a 10 mW (p.r.a) potencia radiada aparente máxima. Distancia para garantizar unas comunicaciones fiables: **340 metros**.

868 MHz

25 mW (p.r.a). Distancia para garantizar unas comunicaciones fiables: **850 metros**.

500 mW (p.r.a). Utilizada normalmente para elementos intermedios (concentrador, enrutador, etc.). Distancia para garantizar unas comunicaciones fiables: **2.550 – 3.400 metros**.

169 MHz

La más reciente (en uso desde 2011) no utilizada todavía en obras de telecontrol.

25 mW (p.r.a). Distancia para garantizar unas comunicaciones fiables: **1.275 – 1.700 metros**.

500 mW (p.r.a). Distancia para garantizar unas comunicaciones fiables: **5.100 – 8.500 metros**.

Todas las distancias antes mencionadas son una estimación y siempre con visión directa entre los puntos.

OPCIÓN 2: GPRS

El sistema de telecontrol será un sistema de comunicaciones vía telefonía móvil GPRS, pudiendo ser completado, en caso necesario, por un sistema de comunicaciones vía radiofrecuencia en banda libre de 500 mW de potencia (para los puntos de baja cobertura). Además, para comunicaciones vía plataforma de envío de mensajes SMS a móvil proporcionado por alguna compañía suministradora del servicio se deberá de tener una conexión a Internet.

La antena de comunicaciones GSM/GPRS tendrá una ganancia mínima tal que garantice una correcta comunicación.

Cuando en el estudio de cobertura, la cobertura GSM sea inferior a -70 dBm se deberá colocar la antena sobre un mástil previamente instalado en el hidrante.

El módem de comunicaciones de los equipos remotos será, como mínimo, tribanda y ha de soportar conexión EDGE y GSM/GPRS. Se valorarán positivamente aquellos módems cuatribanda o superiores cuyo firmware implementado funcione a conexión 3G, 4G o cualquier otra tecnología que vaya surgiendo en las comunicaciones de datos a través de la telefonía móvil.

Además, serán configurables tanto los tiempos de escucha del módem de comunicaciones como las comunicaciones con el centro de control.

Estudio de coberturas de comunicaciones de la zona regable

Previamente a la instalación del sistema de telecontrol se deberá realizar un estudio de cobertura GSM/GPRS. Este estudio deberá ser realizado por un ingeniero de telecomunicaciones o personal técnico con suficiente experiencia y capacitación. El estudio deberá contemplar la cobertura de todos los puntos donde se ubican los hidrantes y deberá ser realizado con el mismo tipo de módem que se vaya a instalar finalmente en los equipos remotos.

En el caso de telefonía móvil el estudio de los niveles de cobertura GSM/GPRS determinará, hidrante por hidrante, el nivel de cobertura existente en cada uno de ellos ofrecido por cada una de las compañías de telefonía móvil que operan en España.

En el informe del estudio de coberturas, que se entregará a la Dirección de Obra, se detallarán los siguientes aspectos:

1. Objeto del estudio; apartado en el que se indicará el título de la obra y el promotor, además de incluir un mapa de situación de la zona.
2. Alcance; apartado en el que se indicará el número de puntos o hidrantes objeto de estudio y su ubicación en un plano (las coordenadas serán facilitadas en su momento por la Dirección de Obra), así como las especificaciones técnicas del módem que se instalará en los equipos remotos.
3. Metodología e instrumentación utilizada en las mediciones; se indicarán los equipos *hardware* y *software* empleados, ilustrados con fotografías. En cada hidrante se realizarán mediciones del nivel de cobertura GSM disponiendo la antena en posiciones diferentes: encima de la tapa de la arqueta o en mástil, diferenciando claramente cada medida.

   Las medidas de señal GSM se expresarán en dos unidades: dBm y porcentaje (%). El nivel de recepción mínimo que se tomará como referencia será de -85 dBm. Igualmente, se indicará si existe cobertura GPRS (0 ó 1).
4. Resultados del estudio de cobertura. Se insertarán tantas tablas como compañías operadoras de telefonía móvil se estudien, en las que se indicará la fecha y hora de medición junto a las coordenadas UTM de cada hidrante. Igualmente, se incluirán en dichas tablas las medidas de los distintos equipos con la antena en las distintas posiciones (en dBm y en porcentaje), además de la cobertura GPRS (0 ó 1). Se utilizará letra de color rojo u otro color que destaque para resaltar aquellas mediciones que no lleguen al umbral mínimo de cobertura. También se deberán describir las condiciones ambientales y meteorológicas existentes durante las pruebas (T.ª, humedad, estado del cielo, etc.).

Conclusiones. Se resumirá el resultado de las mediciones de cobertura realizadas, indicando los hidrantes con posibles niveles críticos para las comunicaciones GSM.

Una vez interpretado el resultado del anterior informe, se realizará una valoración objetiva de los puntos críticos o sin cobertura y se propondrá una solución que será adoptada, previa consulta con la Dirección de Obra, en todos y cada uno de esos casos excepcionales. En algunos casos los problemas podrán solventarse instalando en dichos puntos antenas de mayor ganancia o direccionales y en casos extremos se optará por instalar un sistema de comunicaciones mixto.

3.88.3.7. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y TELECONTROL

3.88.3.7.1. Especificaciones básicas del sistema de automatización

3.88.3.7.1.1. Autómatas programables

- Presentarán capacidad de control, adquisición de datos y comunicaciones.
- Serán equipos estandarizados y existentes en el mercado internacional.

Un autómata programable es un equipo electrónico programable en lenguaje informático, diseñado para controlar en tiempo real y en un ambiente desfavorable sistemas, como el de una red de abastecimiento, sin interrumpir su modo de funcionamiento continuo.

Otra característica de los autómatas programables es que son equipos dotados de alta flexibilidad, entendido por ello, la posibilidad de cambio o ampliación del proceso sin necesidad de realizar grandes reformas en las instalaciones. Bastará, entonces, con una reprogramación del mismo manteniendo básicamente lo instalado. En caso de necesidad de ampliación de la instalación se puede realizar añadiendo módulos, tanto de entrada como de salida, según las necesidades.

Su velocidad de respuesta es muy elevada, por lo que apoya en gran medida a la mejora de rendimientos, así como a la detección de casi instantánea de averías o mal funcionamiento de equipos.

Deberá cumplir al menos los siguientes requisitos:

- Compatibilidad con el sistema de transmisión de datos.
- Recepción de las diferentes consignas y ejecución a su debido tiempo.
- Fiabilidad en condiciones extremas de temperatura y humedad.
- Alta disponibilidad de repuestos.

Sus funciones son las siguientes:

- Integración de las señales digitales y analógicas procedentes de la instrumentación, acondicionamiento y transferencia para disposición de la CPU.
- Integración de las señales de maniobra, acondicionamiento y transferencia para disposición de la CPU.
- Respuesta, en base al protocolo del fabricante, y transmisión de la matriz de datos elaborados.
- Recepción de los parámetros de funcionamiento.

Dispondrá de entradas digitales y analógicas con capacidad de provocar interrupciones al autómata programable y en número suficiente para las necesidades de cada punto con un margen para ampliaciones. Contará con capacidad de memoria de datos muy superior a la necesaria para almacenar los datos actuales.

Se desarrollará el programa de comunicaciones compatible con los modos de funcionamiento descritos y de control de los equipos de control hidráulico y alarmas de la estación remota de control.

Se entregará el programa definitivo de cada uno de los PLC con el mapeado y formato de los mismos, y el entorno de programación necesario para su visión, modificación y funcionamiento.

Otras características:

CPU:

- Memoria de trabajo 4 MB:
    - para programa: 1 MB
    - para datos: 3 MB
- Memoria de carga externa: 32 GB para *backup*. En esta memoria se almacenarán los ficheros generados de cada ensayo para su envío al PC/servidor del centro de control. Una vez finalizado cada ensayo, además de almacenarse en la memoria externa de *backup* del autómata, el archivo generado se enviará automáticamente al PC/servidor, manteniéndose también en dicha memoria externa. Los ficheros generados en cada ensayo serán fácilmente accesibles por el usuario final y se presentarán en un documento con formato común de *software* ofimático.
- Número de E/S (bytes) totales tanto digitales como analógicas aceptada por la CPU suficientes para el control de cada uno de los ensayos, estación de bombeo y comunicaciones.
- Arquitectura modular y escalable a base de tarjetas conectables en las ranuras del bastidor.
- Puerto serie para programación incorporado en la CPU.
- Puerto de comunicación Ethernet para red local.
- Programación estructurada mediante tareas independientes, con soporte de datos según especificación IEC 61131.
- Programación mediante etiquetas internas independientes de la localización física de E/S.
- Almacenamiento de etiquetas y comentarios en memoria del autómata.
- Lenguaje de programación aceptados: LD, SFC, FBD, ST, IL.
- Regulador PID universal con optimización integrada.
- Protección de acceso implementado.
- *Display* de diagnóstico.
- Dispondrá de un juego de instrucciones del tipo:
    - Booleanas: contacto abierto y cerrado, flanco de subida y de bajada, negación.
    - Temporizadores y contadores: temporizado a la conexión y desconexión (desde 1 ms), contador arriba y abajo.
    - Comparaciones: =, >=, <=, <, <>, límites....

- Matemáticas básicas: suma, resta, multiplicación, división, raíz cuadrada, valor absoluto...
- Matemáticas avanzadas: elevación a potencias, logaritmos...
- Trigonométricas: coseno, seno, tangente, arco coseno, arco seno...
- Lógicas y de desplazamiento: and, or, xor, desplazamiento...
- Control de programa: salto condicional e incondicional, salto a subrutina...
- Especiales (PID) y de mensajería.
- Capacidad para manejo de matrices tridimensionales de datos y estructuras de datos definidas por el usuario.

Entradas digitales:

- Módulos de ED de 24 VDC, con *led* frontal de indicación de estado.
- Conexión del cableado mediante cable preconectado y bornero.
- Protección contra polaridad inversa incorporada.
- Indicación de estado y defectos adicional por *software*.
- Filtro a la activación y a la desactivación.
- Tiempo de retardo inferior a 1 ms a la activación y 2 ms a la desactivación.

Salidas digitales:

- Módulos de SD de 24 VDC, con led frontal de indicación de estado.
- Conexión del cableado mediante cables preconectados y bornero con relé
- Indicación de estado y defectos adicional por *software*
- Tiempo de retardo inferior a 1 ms a la conexión y a la desconexión.

Entradas analógicas:

- Módulos de EA de 24 VDC, con *led* frontal de indicación de estado y preparadas para soportar comunicación HART (con comunicación HART hasta los equipos extraíbles).
- Conexión del cableado mediante bloques de terminales extraíbles.
- Indicación de estado y defectos adicional por *software*.
- Configurable por canal para 0-20 mA, 0-5 V, 0-10 V y +10 -10 V.

- Escalado de cuentas a unidades de ingeniería, calibración (ajuste de ganancia y *offset*) por *software*.
- Filtro digital por canal y en frecuencia por módulo.
- Alarmas predefinidas por *software*.
- Precisión mejor que 0,05 % del rango para medida en tensión o 0,15 % de rango para medida en intensidad a 25 °C.
- Resolución hasta 16 bits y tiempo de conversión inferior a 1 ms/canal.

Salidas analógicas:

- Módulos de SA de 24 VDC, con *led* frontal de indicación de estado.
- Conexión del cableado mediante bloques de terminales extraíbles.
- Indicación de estado y defectos adicional por *software*.
- Configurable por canal para 0-20 mA y +10 -10 V.
- Escalado de cuentas a unidades de ingeniería, calibración (ajuste de ganancia y *offset*) por *software*.
- Filtro digital por canal y en frecuencia por módulo.
- Alarmas predefinidas por *software*.
- Precisión mejor que 0,05 % del rango para salida en tensión o en intensidad a 25 °C.
- Resolución hasta 15 bits.
- Tiempo de conversión incluso inferior a 1,5 ms/canal.

El equipo de control (PLC) deberá poder programarse en cualquiera de los lenguajes reflejados en la norma IEC 1131.

- Posibilitará la reprogramación remota de la aplicación.
- Permitirá el uso de bloques funcionales.
- Dispondrá de herramientas para la definición de protocolos de comunicación.

El programa del equipo de control (PLC) se dejará abierto para futuras ampliaciones. El código fuente del programa del PLC será entregado en formato digital y papel, así como toda la documentación de los elementos instalados y probados.

Se facilitará el *software* necesario para poder visualizar el programa del PLC, así como poder programar y comprobar el PLC.

3.88.3.7.1.2. Terminales táctiles

Para el control, mando y visualización de los elementos de la red hidráulica, excluyendo a los hidrantes, se instalará un terminal táctil en color, con puertos de comunicación. En estos terminales táctiles se mostrará al menos la siguiente información:

Automatismos

- Secuencias de arranque y parada de bombas en función de niveles, horas de funcionamiento, enclavamientos, etc.
- Regulación PID de bombas con variador de frecuencia en función de caudales y presiones.
- Test de las posiciones y funcionamiento de las sondas de nivel, limitadores de par y demás elementos de señal digital.
- Conteo de tiempos de funcionamiento y evaluaciones y totalización de caudales en función de potencias absorbidas, señales de hitos para el mantenimiento, etc.
- Cambio de consigna de los bucles de control.

Alarmas

- Señal de fallo de bombas, válvulas, compuertas, etc.
- Señales de máximos o mínimos, provenientes de elementos como boyas de nivel, medidores de caudal, de presión, etc.
- Fallo de tensión

3.88.3.7.1.3. Sistema alimentación ininterrumpido

La instalación contará con su correspondiente cuadro de protección y sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) para alimentación de reserva para las situaciones en que haya corte de suministro eléctrico.

El sistema de alimentación ininterrumpida presentará una potencia nominal y autonomía suficiente para mantener los equipos de telegestión y de adquisición de datos ante potenciales fallos en el suministro de energía eléctrica y deberá mantener la alimentación de los equipos citados al menos el tiempo mínimo necesario para detectar en el centro de control la falta de suministro eléctrico en la estación remota, para proceder a las actuaciones oportunas.

Características:

- Tecnología online- doble conversión.
- Rectificador dotado de PFC
- Separación galvánica
- Autonomía 60 minutos
- Bypass estático
- Protección contra sobretensiones, subtensiones y componentes de corriente alterna
- Contacto libre de tensión para alarma.

3.88.3.7.1.4. Equipos de instrumentación

Se contemplarán al menos las siguientes características de la sensórica o instrumentación a incluir en la instalación y se definirán las especificaciones básicas necesarias en el caso de tratarse de elementos no listados a continuación.

Medidores por ultrasonidos

Para la medida de nivel por ultrasonidos se utilizarán equipos sin contacto con proceso en el caso de la medida de líquidos:

- Sensor PVDF y junta EPDM
- Rango de medida en función de la cántara de aspiración a medir
- Distancia de bloqueo: 35 cm
- Membrana con efecto de autolimpieza
- Inmune a constante dieléctrica/densidad
- Señal de salida 4-20 mA
- *Display* de visualización
- Cabezal F12 aluminio recubierto IP68 NEMA6P

Interruptores de nivel

Como medida de seguridad en las cántaras de aspiración de bombas y balsas se instalarán interruptores de nivel con las siguientes características técnicas:

- Interruptor sumergible para aguas residuales
- Temperatura +60 ºC
- Protección IP68
- Material cuerpo polipropileno y cable PVC
- Soporte interruptor de nivel de 3 m para instalación en balsas

Transmisores de presión

Los transmisores para la medida de presión relativa o diferencial que se instalen deberán tener las siguientes características:

- Señal de salida 4-20 mA.
- BFSL ≤ ± 0,25 % del *span*
- Rango de temperatura admisible de -30 a +100 ºC
- Resistencia contra cortocircuitos S+ contra U-
- Protección contra polaridad inversa U+ contra U-
- Partes mojadas en contacto con el fluido en acero inoxidable AISI 316
- Conexión a proceso rosca gas.
- Comunicación HART y/o bus de campo existente en la instalación.

Presostatos

Como medida de seguridad en la tubería de impulsión de las bombas, se instalarán presostatos del tipo:

- Señal de salida 1 contacto conmutado.
- Incorporan conmutador inversor unipolar (SPDT) controlado por presión
- Protección IP66
- Botón de ajuste de rango
- Cubierta de poliamida

- Fuelle de acero inoxidable
- Temperatura de funcionamiento entre -50 y +70 ºC
- Material en contacto con el agua de acero inoxidable

Sensor humedad del suelo

Los sensores para la medida de humedad del suelo que se instalen deberán tener las siguientes características:

- Voltaje de alimentación: 3,3 V – 5 V DC (Vcc)
- Corriente de operación: 35 mA
- Voltaje de señal de salida analógico (AO) : 0 a n Vcc
- Voltaje de señal de salida digital (DO) : 3,3 V/5 V TTL
- Opamp LM393 en modo comparador, umbral (*threshold*) regulable por potenciómetro
- Superficie de electrodo: Estaño
- Incluye: Electrodo, Placa y cable de conexión

Caudalímetros electromagnéticos

Los caudalímetros cumplirán como mínimo las siguientes características.

Diseño:

- Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de mayo de 1997, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre equipos a presión, para los fluidos del grupo 2.
- Bridas PN 10, 16 o 25 de caras planas conforme la norma UNE-EN 1092-1:2019 «Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero».
- Distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2008 «Válvulas industriales. Dimensiones entre caras opuestas y dimensiones del centro a una cara de válvulas metálicas para utilizar en sistemas de canalizaciones con bridas. Válvulas designadas por PN y por clase » serie 20.

El sensor electromagnético cumplirá lo especificado a continuación:

- Diseño: sensor magnético-inductivo provisto de sistema inteligente de identificación.
- Tarjeta de unidad de memoria
- Ejecución: compacta o con el amplificador separado del tubo mediante kit mural.
- Protección ambiental: IP 68.
- Alcance de medida máximo: a velocidad de flujo de 10 m/s.
- Alcance de medida mínimo: a velocidad de flujo de 0,25 m/s.
- Temperatura de trabajo: -5 a +70 ºC.
- Electrodo de puesta a tierra y de medida: incorporado.
- Material del tubo de medida: acero inoxidable AISI 304.
- Material de las bridas y la carcasa: acero al carbono ASTM 105.
- Revestido interior de los tubos y bridas: goma dura NBR.
- Revestido exterior bridas y carcasas: epoxi.
- Pasacables: rosca M20x1,5.
- Certificado de calibración incluido.

El convertidor cumplirá lo especificado a continuación:

- Diseño: convertidor magnético-inductivo, con autodiagnóstico, apto para servicio de recetas, para conectar a los tubos de medida con campo magnético de corriente continua chopeada.
- Formato: en carcasa campo, para montaje sobre el tubo o en la pared.
- Dirección de medida del flujo: uni o bidireccional, a elección.
- Precisión de medida: 0,4 % del caudal.
- Protección ambiental: IP 67.
- Salida analógica: 1 de 0/4 a 20 mA.
- Capacidad de carga: hasta 800 Ohmios.
- Salida digital: 1 de frecuencia de 0 a 10 KHz.

- Salida de pulsos: 1 activa y 1 pasiva para conectar a totalizadores externos o entradas de PLC.
- Entrada digital: 1 para arranque o puesta a cero de los totalizadores internos.
- Salida de relé: 1 contacto conmutado para señalización de valor límite o estados de funcionamiento.
- Comunicaciones posibles: Hart, Profibus PA o DP, Modbus RTU/RS485, CANopen y DeviceNet.
- Totalizadores: incluidos 2 de 8 dígitos para flujo, reflujo y neto.
- Posibilidad de añadir módulos de comunicación.
- Indicador local: incluido, retroiluminado, alfanumérico, con 3 líneas de 20 caracteres en 11 idiomas seleccionables.
- Identificación de tubo vacío: incluida.
- Función batch: incluida
- Alarmas de flujo: incluidas.
- Ajuste del cero: automático.
- Alimentación 11/30 Vdc 11/24 Vcc.
- Material de la carcasa: poliamida reforzada con fibra de vidrio.

Caudalímetros de ultrasonidos

Utilizarán un sistema de medida basándose en el tiempo de tránsito de ondas ultrasónicas a través del fluido, mediante una, dos, o más parejas de sensores ultrasonidos (dependiendo de las necesidades de incertidumbre requeridas), midiéndose la velocidad del agua en cuerdas paralelas de la sección de la tubería. El sensor deberá tener la posibilidad de ser desmontable en carga.

El campo de medida será programable con una salida analógica de caudal 4 - 20 mA y una salida de pulsos para totalización de volumen, ambas aisladas galvánicamente y programables.

Las características mínimas de los caudalímetros a instalar son:

- Indicación local de caudal y totalizador a origen
- Alimentación 24 Vcc o 230 VAC

- Protección IP68 con electrónica separada de las sondas
- Exactitud +/- 1,5 % del caudal volumétrico
- Salida 4-20 mA
- Tarjeta de memoria 128 MB
- Haz de sensores ultrasónicos de inserción en tubería
- Tensión de alimentación 220 c.a. y 12/24 c.c.
- Medida de caudales bidireccional
- Resolución de medida del tiempo de tránsito < 0,1 ns
- Configuración por teclado, con *display* LCD, retroiluminado o con *software* PC LS_600 (entorno Windows) para configuración avanzada y adquisición de datos
- Menús de configuración en español, inglés, francés, etc.
- Salidas 4-20 mA pasivas y activas para caudal y velocidad aisladas galvánicamente
- Tratamiento digital de señal con control de la forma del eco (ESC, *echo shape* control) para optimización de la señal acústica
- Indicación en *display* de la calidad de la medida (IQ en %)
- Ajuste automático de la constante hidráulica
- Calibración del cero automática
- Carcasa en fundición de aluminio con protección IP67
- Totalizador interno (contador) con visualización en *display* de caudal acumulado y Salida de pulsos con unidades configurables
- Conexión serie RS232 o RS485 a protocolo JBUS/MODBUS

Medidor de nivel piezorresistivo

Se emplearán en medir el nivel de las balsas. Deberán cumplir:

- Señal de salida 4-20 mA.
- Rangeabilidad 50:1
- Precisión ± 0,1 % del rango calibrado
- Estabilidad de medida ± 0,1 % del span
- Temperatura de -30 a +80 ºC
- Tubo flexible de venteo atmosférico en TTFE
- Diafragma y partes mojadas en acero inoxidable AISI 316L
- Fluido de relleno: aceite de silicona

Otros sensores

En el caso de que otros sensores a instalar (tales como medidores de humedad, nutrientes, etc.) tengan un elemento de control propio, este será compatible con el elemento de control del subsistema correspondiente.

3.88.3.7.1.5. Señales a controlar en cada punto y relación de entradas/salidas de los autómatas programables

Se contemplarán al menos las siguientes características de los elementos de control a incluir en la instalación y se definirán las especificaciones necesarias en el caso de tratarse de elementos de control de puntos de la red hidráulica no listados a continuación.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ELEMENTO DE CONTROL DE DEPÓSITOS/BALSAS

Gestión inteligente del recurso

- Control automatizado del llenado a través de la comunicación entre estaciones
- Seguimiento del volumen de agua que se introduce en la red de distribución
- Control de la calidad del agua almacenada

Seguridad de la instalación

- Alarma de desbordamiento o de nivel demasiado bajo
- Gestión y control de accesos con tarjeta HID
- Detección de intrusión

Ahorro en la explotación

- Reducción de las intervenciones sobre el terreno
- Reducción del tiempo de interrupción del servicio
- Control del llenado en función de los periodos de tarificación eléctrica

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ELEMENTO DE CONTROL DE ESTACIÓN DE BOMBEO

Gestión inteligente del bombeo

- Control automatizado del bombeo
- Control a distancia del llenado de los depósitos (entre estaciones)
- Cálculos del caudal de las bombas y seguimiento del rendimiento
- Medición del nivel de toma de agua
- Balances de funcionamiento de las bombas
- Control de la calidad del agua

Seguridad de la instalación

- Control del fallo de presión de descarga
- Alarma en caso de fallos (bomba, alimentación, térmicos, etc.)
- Gestión y control de los accesos con tarjeta HID
- Detección de acceso indebido (intrusión)

Ahorro durante la explotación

- Reducción de las intervenciones sobre el terreno
- Reducción del tiempo de interrupción del servicio
- Optimización del bombeo en función de los periodos de tarificación eléctrica
- Seguimiento del rendimiento y del desgaste de las bombas

3.88.3.7.1.6. Dimensionamiento del autómata

La automatización de la estación de bombeo se realizará mediante autómata programable alojado en el módulo final de los armarios eléctricos de baja tensión. En la puerta del armario correspondiente, accesible desde el exterior, se montará una pantalla de cristal líquido táctil para la visualización de los estados de funcionamiento, señales de la instalación, variación de consignas y visualización de alarmas.

Esquema de entradas y salidas

La configuración del autómata queda definida por el siguiente esquema mínimo de entradas y salidas.

Tabla n.º . Relación de entradas y salidas PLC

RELACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS PLC AUTÓMATA CONTROL N.º X: BOMBEO/BALSA/X (n VM, n Bombas, n Caudalímetros)

EQUIPOS DE POTENCIA					
EQUIPO	ED	EA	SD	SA	COM
VALVULA MOTORIZADA N.º					
BOMBA N.º					

ALIMENTACIÓN Y PROTECCIONES					
EQUIPO	ED	EA	SD	SA	COM
DISPARO PROTECCIÓN GENERAL					
DISPARO PROTECCIÓN CONTROL (CON REARME AUTO)					
PRESENCIA TENSIÓN Y SOBRETENSIÓN PERMANENTE					
ALIMENTACIONES MANIOBRA (230 VAC, 24 VAC, 24 VCC)					
SISTEMA ALIMENTACIÓN BACKUP					
PARO EMERGENCIA GENERAL					
RESET RELÉ PROTECCIÓN BOMBAS					

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL					
EQUIPO	ED	EA	SD	SA	COM
CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO 1					
CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO 2					
SENSORES NIVEL BALSA					
NIVEL DE BOYA MÁXIMO					
NIVEL DE BOYA MÍNIMO					
SONDA PH, CONDUCTIVIDAD Y TURBIDEZ					
SENSOR INTRUSIÓN ARMARIO PLC					
RADIO/GPRS					
ANALIZADOR DE RED					
LOCAL/REMOTO					
AUTOMÁTICO/MANUAL					

TOTAL					

Válvula motorizada: (SD) Abriendo/Cerrando; Abierta/Cerrada; Avería limitador par ab/Avería limitador par cer.

Bomba: (SD) Abierta/Cerrada; Avería sobrepar ab/Avería sobrepar cer

Válvula motorizada/Bomba: (SD) Orden marcha/paro

3.88.3.7.2. Especificaciones básicas del sistema de telecontrol de hidrantes

Se instalarán las unidades remotas de control de riego fabricadas con los componentes electrónicos necesarios para poder realizar las actuaciones de forma remota, tales como lectura de los pulsos de los contadores de riego instalados con una ratio de emisión adecuado al volumen a controlar. Asimismo, actuarán sobre solenoide *latch* para actuación de la válvula hidráulica y con entradas analógicas para la lectura de transductores de presión. Todas estas unidades remotas se conectarán mediante enlace radio/ GPRS con el centro de control principal.

Además, en los puntos en los que haya medidores de señales analógicas de campo, estos equipos se encargarán de transmitir dichas señales al centro de control.

Los requerimientos de las remotas con comunicaciones radio/ GPRS se detallan a continuación.

Como características básicas que definen el sistema de telecontrol a instalar, de obligatorio cumplimiento y excluyentes, y que serán debidamente comprobadas en los sistemas ofertados para poder concursar dentro del proceso de adjudicación, se encuentran:

- La remota deberá tener marcado CE.
- La remota tendrá certificado de compatibilidad electromagnética.
- Deberán poder comunicarse mediante radio/ GPRS con la estación central.
- Todos los elementos que componen el terminal remoto deben soportar unas temperaturas de funcionamiento entre –10 ºC y +70 ºC, unas

temperaturas de almacenamiento de –20 ºC y +70 ºC y una humedad relativa de entre el 5 % al 100 %.

- Todo equipo electrónico con posibilidad de entrar en un estado desconocido deberá incluir un elemento físico que provoque el retorno a un estado conocido (*watchdog*). Se colocará un *watchdog*, o programa vigilante, programable con circuito oscilador dedicado y detección de reinicio por establecimiento o caída de tensión.
- El sistema proporcionará interfaz múltiple de acceso y manejo de la unidad remota.

La unidad remota se encargará de:

- La apertura/cierre de un mínimo de X electroválvulas
- Lectura y transmisión de los pulsos de un mínimo de X contadores
- X Entradas digitales de propósito general
- X Entradas analógicas para señales 4-20 mA ó 0-10 Voltios con una resolución mínima de 10 bit y un error acumulado no mayor del 2 %.
- 1 puerto de monitorización local.
- Las salidas deben poder actuar sobre solenoides biestables tipo *latch* de 2 hilos y de 3 hilos con tensión de actuación mínima desde 12 Vdc por descarga de condensador. Debe ser capaz de ceder intensidades de pico como mínimo de 4 A.
- Las salidas de actuación sobre solenoide tipo *latch* deberán tener protección frente a las sobretensiones propias de una carga inductiva.
- Las salidas de electroválvula soportarán cortocircuito sin deterioro de la remota
- Las salidas a solenoide serán interruptores de estado sólido.
- Leer, sincronizar, acumular, filtrar y transmitir valores de contador, con correspondencia exacta con la señal transmitida por el sensor.
- Deberá admitir módulos de ampliación, conexionables mediante conectores fiables, para nuevos hidrantes y E/S, tanto digitales como analógicas.
- Dispondrá de monitorización local de la tensión del sistema de alimentación y podrá gestionar al menos dos niveles de alarma configurables antes de quedarse sin energía.
- Las otras tensiones (pila de respaldo, elemento generador, etc.) deberán ser medidas y supervisadas de forma continua para poder tomar las acciones adecuadas en cada caso. Cuando la alimentación llega a unos niveles prefijados se deberán salvar todos los datos y la cola de eventos a memoria no volátil para

evitar su pérdida, pudiendo mantenerlos así de forma indefinida sin alimentación.

- Su consumo propio será el mínimo posible e incluirá los sistemas *hardware* y *software* necesarios para minimizar el consumo en la lectura de equipos alimentados desde ella (sensores de presión, etc.).
- Enviarán información por eventos o bien a petición, aprovechando la transmisión para comprobar si hay algo pendiente de recibir y recibirlo entonces.
- Ante cualquier eventualidad asociada al suministro energético la remota deberá garantizar:
    - La salvaguarda en memoria no volátil de, al menos, los datos de configuración del propio equipo y de los valores de los contadores.
    - Su desconexión ordenada, garantizando que todos los elementos que controle alcanzarán un estado conocido.
- El sistema deberá poder informar de la calidad del enlace de comunicación que cada nodo tiene con el centro de control u otros elementos intermedios en todo momento.
- La remota debe ser capaz de alimentar un sensor analógico externo con un mínimo de 12 Vdc llegando al menos hasta 18 Vdc.
- Todas las entradas y salidas de la remota deberán estar protegidas contra descargas estáticas de hasta 3 kV con el modelo de cuerpo humano, así como contra cortocircuitos entre las entradas y salidas. La tarjeta electrónica deberá estar provista de protecciones frente a cortocircuitos en las entradas/salidas y sobretensiones en la alimentación. Cualquier error en la conexión de la sensórica al equipo no debe causar el deterioro del mismo ni inducir funcionamientos anómalos respecto al resto de elementos de control conectados a este. Del mismo modo, ninguna configuración enviada al equipo remoto puede ser motivo del deterioro de ninguno de sus elementos. Todo mecanismo de protección ha de ser rearmable (manual o automáticamente) o, en su defecto, de fácil sustitución.
- Las entradas de contador deben tener alguna protección adicional ya sea lógica o física para evitar el conteo de pulsos no generados por el contador hidráulico, a saber, por interferencias de radiofrecuencia, cableado paralelo con salidas de electroválvula, etc. Deberá, por tanto, cumplir la normativa sobre susceptibilidad electromagnética.

- Las placas de la unidad remota deberán estar tropicalizadas de forma que se eviten corrosiones debidas a humedad y temperatura.
- Dispondrá de reloj en tiempo real
- Su envolvente debe tener grado de protección IP67 como mínimo.
- El *hardware* de la remota deberá incluir alguna función de supervisión que provoque un reinicio en el caso fallo del *firmware*.
- Para cada contador calculará un caudal instantáneo como media móvil de los pulsos recibidos o por el tiempo transcurrido desde el último pulso, guardándola en un registro del mapa de memoria de la remota.

3.88.3.7.2.1. Modo de funcionamiento

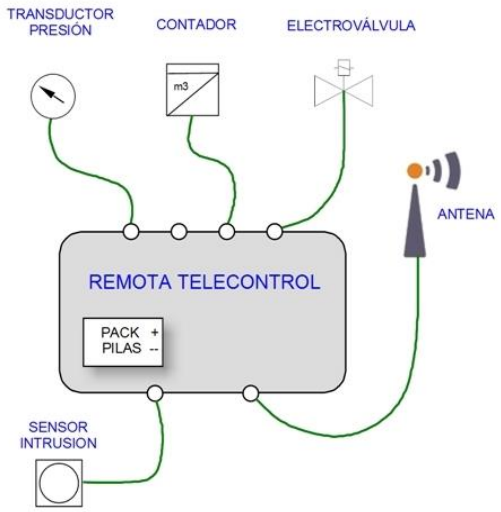
Los módulos de campo (unidades remotas de telecontrol) serán los encargados de recibir las señales correspondientes de las válvulas, contadores, transductores, etc. y enviarlos a la concentradora de programación y control.

Las unidades remotas han de ser de muy bajo consumo y permitir que todas las funciones del microcontrolador se encuentren activas y disponibles en todo el tiempo.

A nivel de funcionalidad y operatividad el sistema debe permitir:

- Optimizar los recursos hídricos disponibles, haciendo la programación de riego más eficiente.
- Ofrecer a todos los usuarios el turno de riego necesario para sus cultivos.
- Centralizar toda la gestión del riego desde la oficina central.
- Determinar en cada momento el estado de las diferentes válvulas de riego, así como el volumen de agua que se consume de forma instantánea.
- Leer de cada hidrante el agua consumida y de esta forma poder determinar el consumo de agua realizado por cada usuario.
- Tener diferentes agrupaciones de usuarios para poder programar los riegos en función de los grupos creados y así poder regar diferentes zonas a la vez según el caudal disponible.
- Limitar el riego en función del caudal disponible para tener siempre suficiente caudal de abastecimiento.
- Programar los riegos por frecuencia, por horario, por demanda y por otras formas de programación que podrán incorporarse con posterioridad.

La configuración de la remota de telecontrol de cada hidrante, con sus elementos a controlar es:



En cada hidrante se instalará una remota de telecontrol dimensionada para el control de los elementos a gestionar (mínimo n electroválvulas, n contadores, n transductor de presión, n sensores de intrusión, etc.).

Elementos a controlar

Desde el centro de control para cada toma se podrá visualizar y actuar sobre:

- Electroválvulas sobre las cuales actuará para su apertura y cierre controlando el paso del agua y gestionando su estado de la manera más eficiente, realizando la apertura y cierre de las válvulas por demanda manual o programa de riego, pudiendo también, si se quisiera, hacerlo por condicionantes con la instalación de sensores.
- Contadores para la lectura de los volúmenes de agua consumidos por hidrante por franjas horarias y así poder facturar a cada parcela la cantidad total consumida. Cuando se trabaje con bombeo se puede discriminar por horario en función del coste de la electricidad dependiendo de las horas punta y demás.
- Entradas digitales para sensores antivandálico/intrusismo o de propósito general (detector de posición de válvula, presostato, detector de flujo, etc.)

- Sensores analógicos, lectura de transductores de presión, sondas con transmisor de humedad del suelo, radiación, temperatura, etc., con salida de señal de 4-20 mA.

Desde el centro de control se podrá visualizar:

- El nivel de carga de la batería o pila: se podrán gestionar avisos en el centro de control si los niveles de carga de baterías son inferiores a un valor configurable, indicando su sustitución o verificación por nivel bajo.
- El nivel de cobertura radioeléctrica, señal RSSI (*Receive Signal Strength Indication*): se podrán gestionar avisos de fallos de comunicación si los niveles de RSSI son inferiores a un valor X (configurable) expresado en % de señal.

Para la unidad remota asignada a un hidrante se tendrá en cuenta que todos los hidrantes dispondrán de sensor antintrusión y en algunos casos de un transductor de presión. La información del transductor de presión se tomará en la remota, parámetro que será configurable. Dispondrán al menos de una salida y varias entradas libres en previsión de futuras ampliaciones.

Inteligencia local

El elemento de control realizará todas sus funciones de control de modo autónomo en el caso de pérdida de comunicación con el centro de control. Estas funciones son:

- Contabilización interna de pulsos de volumen emitidos por contadores volumétricos.
- Lectura de los transductores de presión.
- Apertura y cierre de válvulas (solenoides) respondiendo a una programación preestablecida con anterioridad a un hipotético fallo de comunicación con la estación central.

El funcionamiento autónomo del elemento de control estará limitado a la duración del sistema de alimentación de larga duración y condicionado por la programación horaria.

El elemento de control tendrá inteligencia distribuida, siendo el último elemento de almacenamiento de los datos el propio elemento de control, de tal forma que en caso de pérdida de la comunicación con el centro de control (o elemento intermedio en caso de ser necesario), el elemento de control siga realizando las funciones de apertura y cierre de electroválvulas y/o válvulas motorizadas, lectura de contadores, caudalímetros y transductores de presión y envío de alarmas instantáneas, así como la ejecución de los programas de riego en él almacenados. Cuando el elemento de control vuelva a comunicar con el centro de control transferirá los datos históricos almacenados al servidor de control y podrá recibir nuevas programaciones horarias.

El elemento de control tendrá la capacidad de ejecutar automatismos locales (regulación según consignas de volumen y presión, riegos según calendario, etc.) y tendrá la memoria necesaria para mantener el histórico de pulsos de todos los contadores que se le asocien, no perdiendo dichos datos incluso ante falta de alimentación y sin necesidad de actuar sobre ningún elemento externo.

Cada programa de riego será identificado por:

- Minuto de comienzo del riego (desde las 00:00 de cada día).
- Duración del riego.
- Volumen a entregar.
- N.º de toma asignada a la programación (en el caso de hidrantes compartidos)
- Alcanzado el minuto de comienzo, el elemento de control abrirá la correspondiente válvula hidráulica y la mantendrá en esa posición hasta que se alcance la duración establecida o se haya entregado el volumen prefijado.

Los automatismos locales dispondrán de una política de reintentos en las maniobras.

Telecarga de *firmware*

La estación remota permitirá la telecarga de *firmware* de forma remota desde el propio centro de control, evitando la realización de reprogramaciones en campo o en laboratorio; de esta forma permitirá futuras actualizaciones de la programación interna de la remota sugeridas por la comunidad de regantes.

Equipo resistente a la corrosión y a la humedad

Los puntos a telecontrolar de la red hidráulica tienen como factor común un alto grado de humedad. Es por ello que las tarjetas electrónicas del elemento de control dispondrán de una protección resistente a la humedad y la corrosión.

La placa del equipo ha de estar debidamente tropicalizada, no debiendo verse afectada por la condensación propia del ambiente, así como por humedades puntuales de corto tiempo que puedan producirse en su interior.

Electrónica de bajo consumo

Todos los componentes de las tarjetas deben ser de bajo consumo, esto es, con un consumo medio inferior a 0,25 W/h.

El elemento intermedio tendrá un consumo medio inferior a 2 W/h.

Entradas/salidas ampliables modularmente

Normalmente el hidrante tiene una válvula para controlar el paso o no de agua, mediante diferencias de presión. La electroválvula es el elemento necesario para controlar dichas diferencias de presión. El sistema de Telecontrol debe ser capaz de controlar la electroválvula mediante una señal eléctrica.

El elemento de control tendrá la posibilidad de ampliarse modularmente. El sistema de conexión de estos módulos será fiable, de forma que manipulaciones bruscas de las envolventes, acumulación de suciedad, variaciones térmicas, humedad, etc. no le afecten, y tendrá la posibilidad de ampliación de señales tanto digitales como analógicas con las mismas características.

El elemento de control detectará la presencia y el tipo de expansión automáticamente o bien mediante configuración vía *software*. Permitirá que se añadan, retiren o cambien de posición, sin alterar el *software* existente.

La salida actuará sobre solenoides biestables tipo *latch* de 2 y 3 hilos. Dispondrá de limitación de intensidad en el disparo para evitar daños en la placa (por ejemplo, cuando el émbolo se bloquea).

La remota de telecontrol tendrá sus salidas a electroválvulas con capacidad de actuación sobre los solenoides que se instalen en obra, proporcionando la intensidad que estos requieran para un funcionamiento plenamente operativo.

Lectura de contadores

La remota de telecontrol será compatible con el emisor de pulsos instalado, proporcionando las intensidades que requiera. Para ello será requisito mínimo la compatibilidad con la norma «EN 62246-1:2011 Bloque de contactos de lengüeta. Parte 1: Especificación genérica», con el objeto de garantizar una completa compatibilidad entre los equipos.

El elemento de control no perderá ningún pulso almacenado, incluso ante la pérdida de alimentación (se guardarán los pulsos almacenados hasta el momento de pérdida de alimentación) y sin necesidad de activar ningún elemento externo. La lectura de contadores estará protegida frente a sobretensiones y cortocircuitos y deberá contar solo un flanco de la señal, filtrando posibles rebotes mediante *hardware* o evitando dichos rebotes mediante *software* (programación).

Este contador estará protegido de forma que no se pierdan los datos ante la pérdida de la alimentación.

Para evitar pulsos erróneos de contador en el elemento de control el sistema de telecontrol tendrá las siguientes características:

La entrada estará protegida físicamente frente a descargas electrostáticas.

Tendrá protección frente a las interferencias externas, tanto de radiofrecuencia (teléfonos, emisoras comerciales, *walkie-talkies*, etc.), como de baja frecuencia (líneas de alta tensión, variadores de frecuencia, arranque de motores,

etc.) no debiendo presentar un camino de baja impedancia a frecuencias mayores que unos 10 Hz entre los cables exteriores y las señales o alimentaciones internas del elemento de control.

Control del régimen de humedad del suelo

Existe un nivel de agua en el suelo, llamado nivel mínimo, por encima del cual las plantas se desarrollan satisfactoriamente. Cuando el agua desciende por debajo de ese nivel, la planta tiene que hacer un esfuerzo mayor para absorber el agua, lo cual se traduce en una disminución del rendimiento.

El nivel mínimo depende, sobre todo, del tipo de cultivo y de su estado de desarrollo. A su vez, el nivel mínimo se caracteriza por una cantidad de agua existente en un suelo determinado, pero de ninguna manera depende del método de riego utilizado. La respuesta de los cultivos al riego no depende, por tanto, del método de riego, sino del régimen de humedad del suelo que produce ese método.

En la práctica, los riegos por gravedad y por aspersión se practican por el sistema de turnos de riego, mediante el cual las parcelas se riegan cada cierto número de días aplicando una dosis de riego suficiente para cubrir las necesidades del cultivo durante ese período. A partir del momento del riego, el suelo va perdiendo agua por evapotranspiración. En suelos con poca capacidad de retención de agua (suelos arenosos o poco profundos) el nivel mínimo se alcanza en seguida, con lo cual la producción se resiente si el intervalo de riego se alarga más allá de 3 o 4 días. Pero estos intervalos tan cortos aumentan el coste de la operación de regar.

En el riego por goteo el intervalo entre riegos se elige a voluntad, por lo que el contenido de humedad del suelo se mantiene siempre alejado del nivel mínimo.

Teniendo esto en cuenta, el sistema de telecontrol de regadío deberá ser capaz de controlar el sistema de turnos, mediante programaciones de riego, cuando estos se produzcan por gravedad y/o presión. Mientras que, si el riego es por goteo, el disponer de la humedad del suelo en tiempo real, permitirá al usuario establecer o no una orden de riego.

En ambos casos el sistema de telecontrol permitirá un uso eficiente del agua, elevando el rendimiento del riego en función del tipo de este, permitiendo al usuario final un control y actuación en tiempo real, según el estado de humedad del suelo.

Tiempo de respuesta y modo de funcionamiento

El sistema de comunicaciones actualizaría todos los datos de campo con un máximo de X minutos, así como la recepción de alarmas y eventos en el centro de control y actuaciones en campo (apertura/cierre de solenoides) en un tiempo inferior a X minutos desde su generación y en funcionamiento normal (sin incremento de consumo ni modos excepcionales de funcionamiento). La actuación sobre el solenoide se realizará tanto por orden directa desde el SCADA como por programación. Dichos tiempos estarán configurados atendiendo al elemento de control para un funcionamiento mixto (según modo de actuación sobre solenoide) y de bajo consumo energético en el que el número de comunicaciones pueda ajustarse a diferentes necesidades estacionales.

Los parámetros mínimos que definen el modo funcionamiento son:

Enviará la información capturada al centro de control con la periodicidad que se le demande.

Enviará alarmas y eventos configurables al centro de control de forma espontánea, así como la actuación sobre el solenoide desde el momento de la generación.

Las remotas estarán en escucha continua para provocar una comunicación por parte del centro de control.

Lectura de entradas analógicas

La remota presentará en sus entradas analógicas limitación de la corriente y protección frente a cortocircuito.

El sensor analógico se alimentará durante el breve tiempo de ejecución de la medida por parte de la remota.

Sincronización

El elemento de control de riego dispondrá de reloj, sincronizable mediante el envío del día y la hora desde el centro de control. Se realizará, como mínimo, una actualización diaria de dicho reloj. Enviará el día y hora para actualizar el reloj en tiempo real de las unidades remotas. El sistema ha de permitir realizar esta sincronización a todas las remotas simultáneamente.

Programas de riego

Se podrán cambiar y/o modificar desde el centro de control. Cada válvula dispondrá de una variable para seleccionar el modo de funcionamiento (automático/manual) que indicará si el control de la válvula es realizado por el programa de riego automáticamente descrito a continuación o bien es controlado manualmente por el operador. Mientras una válvula esté en control manual los programas de riego no actuarán sobre la válvula.

Por cada hidrante se guardarán los programas de riego. Cada programa de riego podrá estar definido por:

- Hora de comienzo del riego (desde las 00:00 de cada día)
- Duración del riego en minutos
- Volumen a entregar.

Cuando llegue la hora de comienzo, el sistema abrirá la válvula y la mantendrá abierta durante los minutos fijados o bien hasta que se alcance el volumen fijado; lo que antes ocurra.

Control de apertura

El microprocesador controlará que la tensión para el disparo del solenoide sea la correcta, de forma que el sistema esperará el tiempo necesario para actuar sobre él.

Si una vez dada la orden de apertura transcurren n minutos (parametrizable) sin que haya pulsos de caudal se generará la alarma de caudal cero con válvula abierta.

Reintento de cierre

El microprocesador controlará que la tensión para el disparo del solenoide sea la correcta, de forma que el sistema esperará el tiempo necesario para actuar sobre él.

Si pasado un tiempo (como máximo de n minutos, parametrizable) después de dar la orden, se reciben pulsos de caudal, se generará la alarma de caudal mayor que cero con válvula cerrada.

Apertura, cierre y modo de funcionamiento de las válvulas

Además de la apertura y cierre de las válvulas por la programación de riego, la remota podrá recibir órdenes directas desde el centro de control para actuación sobre las válvulas. Para que la orden se ejecute el selector automático/manual del modo de funcionamiento de la válvula correspondiente debe estar en automático. La orden es mantenida de manera que la estación central envía la orden de abrir y hasta que no se reciba la orden de cerrar el hidrante estará abierto y viceversa.

Estas órdenes directas de apertura/cierre de válvulas se ejecutarán en un tiempo inferior a 2 minutos desde su generación y en funcionamiento normal (sin incremento de consumo ni modos excepcionales de funcionamiento).

Puesta del contador a un valor

Desde el centro de control se podrá poner el contador de cualquier válvula a un valor determinado, incluido el valor 0.

Envolvente de la remota de telecontrol de hidrantes

Se utilizarán cajas industriales realizadas en plástico que garantice las características de estanqueidad, resistencia a golpes, resistencia eléctrica y temperatura suficientes para su utilización en exteriores y en condiciones adversas. Las condiciones a cumplir serán:

- Grado de protección: IP67
- Resistencia al impacto: IK08
- Rango de temperatura (continuo): -10 ºC…..65 ºC

La tapa llevará sistema de cierre a presión. La instalación del cableado se realizará a través de prensaestopas con grado de protección acorde al de la envolvente.

La envolvente ha de disponer de un sistema de sujeción de la electrónica de fácil sustitución sin descolgar la caja de la arqueta para facilitar la manipulación y la conexión de salidas/entradas.

3.88.3.7.2.2. Sistema de alimentación de la unidad remota de telecontrol

Para maximizar la duración del sistema de alimentación elegido se debe optimizar el diseño del *hardware*, de forma que con el micro funcionando y con el módem encendido el consumo sea mínimo.

Las distintas tensiones (batería, pila, elemento generador, etc.) deberán ser medidas y supervisadas de forma continua para poder tomar las acciones adecuadas en cada caso. Cuando la alimentación llega a unos niveles prefijados se deberán salvar todos los datos y la cola de eventos a memoria no volátil para evitar su pérdida, pudiendo mantenerlos así de forma indefinida sin alimentación.

OPCIÓN 1(PILAS DE LITIO)

El sistema de alimentación principal de los elementos de control de campo será pilas de larga duración. El diseño se dirigirá a cumplir los requisitos funcionales con el mínimo consumo posible.

La alimentación pues de los elementos de telecontrol (remotas) será con pilas de larga duración, de las dimensiones adecuadas, perfectamente diseñadas para cumplir la premisa de n minutos de *poll* con el centro de control. Las pilas se instalarán preferiblemente en la propia caja estanca de la remota.

En caso de instalarse las pilas independientemente del sistema de telecontrol al que alimenta, se realizará en caja estanca con protección IP67e IK08.

Cuando la alimentación llegue a unos niveles mínimos prefijados, los datos precisos se copiarán a la memoria no volátil para salvar los valores. Esto podrá hacerse incluso en el caso de que la alimentación externa desaparezca bruscamente, incluyendo los condensadores o elementos de reserva de energía precisos.

OPCIÓN 2 (SISTEMA FOTOVOLTAICO)

El sistema de alimentación principal de las remotas de campo será fotovoltaico (panel, batería y regulador). El diseño se dirigirá a cumplir los requisitos funcionales con el mínimo consumo posible. Se especificará claramente cada uno de los componentes que componen dicho sistema de alimentación.

Para garantizar las necesidades energéticas, con adaptación de los tiempos de respuesta a las necesidades estacionales, la alimentación cumplirá los siguientes criterios de dimensionado:

- Para el dimensionado del acumulador se tomará como criterio que la autonomía del elemento intermedio, en caso de falta de panel solar y estando esta a plena carga, sea como mínimo de n días.

- El balance energético neto del panel solar debe ser, como mínimo, del 20 % en las peores condiciones de funcionamiento (suponiendo el modo mixto previsto durante el mes de diciembre con una HSP igual a (dato según zona geográfica).

Bajo estas premisas la alimentación de las remotas de telecontrol será con paneles solares y baterías de acumulación, de las dimensiones adecuadas, perfectamente diseñado para cumplir la premisa de n minutos entre *poll* con el centro de control. El panel solar irá instalado en báculo de al menos n m de altura, galvanizado y perfectamente anclado para evitar deterioros por los efectos meteorológicos.

Las baterías de las remotas se instalarán en caja estanca IP67 e IK08 independiente a la remota de control.

La alimentación de los elementos intermedios se realizará, siempre que se pueda, mediante alimentación eléctrica, teniendo la posibilidad ya implementada, dichos elementos intermedios, de alimentación mediante energía fotovoltaica con baterías recargables convenientemente calculadas para una autonomía de n días con ausencia de sol.

Cuando la alimentación llegue a unos niveles mínimos prefijados, los datos precisos se copiarán a la memoria no volátil para salvar los valores. Esto podrá hacerse incluso en el caso de que la alimentación externa desaparezca bruscamente, incluyendo los condensadores o elementos de reserva de energía precisos.

Comportamiento especial ante eventos del sistema de alimentación

Es importante el comportamiento de la remota ante fallos de alimentación para evitar pérdida de datos, transmisión de datos erróneos o descontrol del riego. Para ello se han establecido unos criterios de actuación cuando se disparan determinados eventos relacionados con el nivel de batería.

- Nivel de batería baja: Este nivel indica que se debe proceder a sustituir la batería, permitiendo un margen para hacerlo en función del nivel marcado para el evento en el mapa de memoria.
- Nivel de batería muy baja: Es el nivel de batería en el que la remota entraría en situación crítica de funcionamiento. Al llegar este momento la remota cierra progresivamente todas las válvulas abiertas siguiendo el procedimiento habitual y bloquea cualquier orden posterior (automática o manual) de apertura. Así asegura una situación controlada del riego y evita que se puedan perder pulsos.

La estación remota concentradora/enrutadora dispondrá de sistema de alimentación fotovoltaico compuesto por panel solar de alto rendimiento no superando los 40 W/12 Vdc, regulador de carga y batería recargable de plomo (o similar), así como antenas de comunicación omnidireccional (para comunicación con sus nodos) y directiva (para comunicación con el centro de control), incluyendo soporte cincado para el panel solar y mástil de acero galvanizado de n metros de altura.

En caso de ser posible, se sustituirá la comunicación del concentrador con el centro de control vía radio por un sistema de comunicación mediante cable Ethernet.

3.88.3.8. CENTRO DE CONTROL

En el centro de control se instalará el *software* principal del sistema de telecontrol (SCADA) con control sobre los elementos de la red hidráulica, así como el *software* de gestión necesario para la facturación, riegos y eficiencia energética según datos obtenidos por el sistema.

Los enlaces de comunicaciones, mientras sean de distancias inferiores a 1.000 m, se podrán realizar mediante cable y protocolo RS485. En otro caso deberán realizarse mediante radioenlace.

En el centro de control se instalarán X unidades ordenador-servidor y X pantallas, X para visualizar y gestionar la red de puntos de control (hidrantes) y X para la visualización y gestión de la red de alta. Bien entendido que dichas redes deben tener un funcionamiento autónomo, aunque estos equipos estén apagados.

En este equipo se almacenarán los eventos, alarmas e históricos de la red hidráulica en una base de datos. Existirá una aplicación SCADA en el centro de control que será la que gestione la red de puntos a automatizar y telecontrolar. El SCADA ha de mostrar la información gráfica, histórica y cartográfica necesaria, ya sean estaciones de bombeo, balsas, puntos de control, etc., o hidrantes.

El ordenador debe ser un modelo adecuado para funcionar 24 h/día, 365 días/año.

Debe incluir disco duro *Solid State Drive* (SSD), fuente redundante, SAI y unidad para copias de seguridad. Debe tener los puertos de comunicaciones necesarios para las conexiones con las redes hidráulicas.

Desde el centro de control se podrá supervisar todo el sistema, a la vez que operar sobre los elementos que integran el mismo.

El centro de control será el lugar desde donde se programará y gestionará la red.

Los equipos *hardware* que se instalarán en el centro de control estarán dimensionados y preparados para poder funcionar como equipos centrales de un sistema como mínimo de hasta n veces el actualmente previsto, lo que posibilita ampliaciones futuras sin inversiones en *hardware* del centro de control.

Dado que todo el sistema de telecontrol, automatización y supervisión dependerá de estos ordenadores, estos serán equipos muy fiables, gama media-alta de primeras marcas y con prestaciones suficientes para dar soporte a la red actual y a futuras ampliaciones.

Los equipos y *software* previstos para este proyecto, posibilitarán el control individual de cada punto de la red hidráulica y pondrá toda la información a disponibilidad del último usuario.

En el caso del último usuario, se conectará directamente a través de los ordenadores de control y supervisión para manejar y programar los riegos, tandas, cupos, etc. o vía Internet, mediante conexiones web, a través de ordenadores remotos (con las claves adecuadas), PDA (ordenadores portátiles de bolsillo) con conexión telefónica inalámbrica (GPRS y/o UMTS) y teléfonos móviles de última generación.

3.88.3.8.1. Equipamiento del centro de control (hardware)

Para el completo funcionamiento del sistema de telecontrol es necesario que el centro de control esté dotado de conexión a Internet.

Este centro de control estará dotado de los siguientes elementos.

3.88.3.8.1.1. *Workstation* para soporte del *software* de control SCADA

En este equipo se instalará el *software* de control SCADA tanto de la red de hidrantes como de las balsas y estaciones de bombeo o de cualquier otro punto de control de la red hidráulica, y se almacenarán los eventos, alarmas e históricos en una base de datos no dependiente de sistemas operativos (SQL o similar).

Uno de los módulos del SCADA a instalar es el servidor web, encargado de proporcionar el acceso a la comunidad de regantes para acceso total sobre el SCADA desde las oficinas u otro punto especificado de la comunidad de regantes, así como acceso a los regantes a la página web donde cada uno podrá visualizar el volumen y caudal propio de su parcela (previa autorización de la comunidad de regantes).

Esta función requiere acceso a Internet de alta velocidad (conexión a Internet proporcionada por la comunidad de regantes tanto en el emplazamiento del centro de control como en las oficinas de la comunidad de regantes, si estos no coinciden).

Estación de trabajo Dell Precision T3420 o similar con las siguientes características técnicas (totalmente instalada y operativa):

- Procesador: i5-6500
- Memoria RAM: 2x 4GB DDR4
- Disco duro: 1TB SATA
- Pantalla 22"
- Teclado, ratón
- Licencia Windows 10 64bit
- 4 años de servicio de recambio por adelantado básico. Incluye 5 años de servicio de diagnóstico in situ.

(Características técnicas que se han de ir actualizando según vaya pasando el tiempo)

3.88.3.8.1.2. *Switch* industrial Ethernet

Se instalará un *switch* industrial no gestionable, Ethernet para posibilitar la red informática necesaria de 16 puertos 10/100/1000Base Tx

3.88.3.8.1.3. Módem GSM para envío de mensajes cortos SMS

Módem GSM para el envío masivo de los mensajes SMS de alarmas a móviles de mantenimiento, procesados por la aplicación de mensajería SMS. Dispondrá de puerto serie para conexión a PC, alimentador y antena.

3.88.3.8.1.4. Equipo PC cliente

Cada equipo PC cliente estará compuesto por una pantalla de N" LED, conexión por puerto Ethernet. También se conectará un teclado y un ratón para cada equipo.

Estos equipos tendrán comunicación vía Internet con el *workstation* del centro de control.

Uno de los equipos PC cliente, será el encargado de gestionar, en la oficina de la comunidad de regantes, el *software* de control SCADA instalado en el *workstation* de los subcentros de control.

El segundo PC cliente será el encargado de visualizar y modificar, en la oficina de la comunidad de regantes, el *software* de gestión, del *workstation* de los subcentros de control.

Los otros dos clientes se instalarán en los subcentros de control, uno para la gestión del *software* SCADA, instalado en el *workstation*, y el otro para gestionar el *software* de gestión.

3.88.3.8.2. Descripción funcional del software SCADA y de la aplicación de gestión

Tanto la aplicación de control SCADA como la aplicación de gestión estarán implementadas para cumplir la norma de interoperabilidad UNE 318002-3 «Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad».

La aplicación de control SCADA estará siempre aguas abajo del bróker de coordinación (en adelante, coordinador), y quedará implementada para comunicar con él, sea este instalado inicialmente en la obra o no.

Sin embargo, la aplicación de gestión podrá implementarse bien aguas abajo del coordinador (en caso de no instalarse de inicio un coordinador) o bien aguas arriba del mismo (en caso de que sí se instale desde un inicio un coordinador), siempre implementada, para comunicar con el coordinador, según la norma descrita anteriormente.

3.88.3.8.2.1. Aplicación de control SCADA

La aplicación SCADA a desarrollar va orientada a permitir un fácil manejo. Proporcionará el control local de todas las unidades remotas y de los actuadores instalados en el campo.

Esta aplicación de control SCADA será totalmente abierta y fácilmente modificable por el usuario final (entorno de desarrollo conocido y abierto a programadores expertos conocedores de dicho entorno). No se aceptarán en ningún caso SCADA de control bajo entornos de desarrollo propietarios.

Contará con licencia suficiente para la obra en cuestión del presente documento, sin necesidad de ser ampliada en años posteriores.

Será un programa completamente configurable para que el usuario final pueda personalizarlo según sus necesidades y así trabajar solamente aquellas opciones que precise de la forma más sencilla y amena posible.

El sistema constará de tres módulos de ejecución en PC (instalados en el servidor), cada uno de ellos especializado en la realización de una tarea específica dentro del telecontrol:

- **Módulo de control**: es el responsable de reaccionar y responder a la información que recibe tanto de los diferentes elementos del sistema de riego como de las solicitudes y programación realizadas por los usuarios, proporcionando a la red hidráulica el estado en el que deben estar cada uno de sus elementos.
  Sólo puede existir uno de estos módulos en todo el sistema de telecontrol.

- **Módulo de comunicaciones**: es el responsable de realizar la comunicación con los elementos intermedios instalados (concentradora/enrutador), obteniendo la información recogida por cada concentradora/enrutador para que pueda ser procesada por el módulo de control y enviando la información perteneciente a cada concentradora/enrutador según lo indicado por el módulo de control.

El sistema de telecontrol permitirá la utilización de más de uno de estos módulos siempre que estos sean instalados en diferentes ordenadores y que los ordenadores en los que se instale tengan acceso a la base de datos del sistema de telecontrol.

El módulo será versátil y abierto, de manera que no estará limitado a la comunicación únicamente a concentradoras/enrutadores, sino que permitirá también la inclusión de otros equipos, como pueden ser otros programadores de riego u otros PC.

El módulo de comunicaciones permitirá prácticamente cualquier tipo de comunicación existente: RS-232, RS-485, Ethernet, radiomodem, módem convencional, GSM, GPRS, etc., a parte de estar preparado para adaptarse a los nuevos avances tecnológicos que puedan aparecer.

- **Módulo de gestión**: es el encargado de la interfaz entre el sistema de telecontrol y los usuarios.
  La información se presentará y se solicitará al usuario mediante ventanas y cuadros de diálogo que permitan el acceso a los datos deseados de forma rápida e intuitiva. Además, cada usuario podrá modificar la ventana principal de consulta para que siempre aparezca la información más relevante para él. Las principales características de este módulo son:

- Posibilidad de gestionar un número ilimitado de concentradoras, integrándolas todas como si fuese una sola.
- Posibilidad de gestionar otros equipos diferentes a las concentradoras.
- Distintas posibilidades de conexión: cable directo (RS-232, RS-485, Ethernet), módem (convencional o GSM), radiomodem, GPRS, etc.
- Importación de dibujos y planos para la monitorización de la comunidad, pudiéndose incorporar iconos para una mejor visualización.
- Consulta mediante sinópticos totalmente configurables por el usuario.
- Exportación a ficheros ASCII o similar de toda la información relativa a la configuración, programación o funcionamiento del sistema, tanto si son datos de facturación, como de consumos, como de registros de sensores, pudiéndose tratar posteriormente con hojas de cálculo o bases de datos.
- Listados con la planificación de riegos.

- Gráficos de sensores, entre ellos del consumo de los contadores de riego y también de la activación de las válvulas.
- Gestión de eventos y anomalías.
- Esquema hidráulico de la red de riego con todos los elementos visibles y acceso a su programación y configuración in situ.
- Posibilidad de conexión de un panel sinóptico externo.
- Limitar la disponibilidad de agua a previo pago.
- Avisos y aceptación de órdenes a través de SMS (mensajes de móvil).
- Diferentes tarifas según el momento en que se produzca el consumo de agua.

El sistema ofrecerá una gran adaptabilidad a la realidad topológica de la red a través de las múltiples opciones de programa y módulos de campo de que dispondrá, que lo convertirán en un sistema dinámico y versátil, además de permitir la personalización según las particulares necesidades de la comunidad.

El programa ofrecerá la monitorización completa de todos los elementos conectados al sistema y gestionará de forma integrada las concentradoras como los terminales remotos que se conectan directamente a él.

La programación del riego podrá ser secuencial, independiente, por demanda, por seguridad, etc. Estas distintas funciones se podrán visualizar en planos, en gráficas, imprimir su evolución o ser exportadas a otros programas.

A nivel de registro, permitirá tener permanentemente actualizada la base de datos en función de la periodicidad de comunicación con los elementos de campo, visualizarlos por individual o totalizados, exportarlos a otros programas, así como un largo etc. de posibilidades que se explicarán en el manual del equipo.

Las especificaciones generales para la aplicación de control son:

- Arquitectura servidor-cliente.
- Soportada en una base de datos SQL o similar donde se almacenarán los datos estáticos (redes hidráulicas, configuración de la aplicación, etc.) y todos los datos históricos que el sistema de telecontrol genere (medidas, eventos, alarmas, etc.).
- Incorporará un sistema de copia de respaldo para toda la base de datos.
- Permitirá órdenes discretas de riego.

- Permitirá la generación y la ejecución de programaciones de riego.
- Generación de informes de datos históricos, datos actuales y alarmas.
- Enlace con el *software* de facturación propuesto por la comunidad de regantes (información, ficheros y comunicación compatibles entre ambos *software*)
- Permitirá ampliaciones hasta 5.000 puntos sin requerir nuevas licencias.
- Licencia permanente sin mochilas y con documentación de instalación.
- Generará archivos históricos con, como mínimo, los siguientes datos, fechados en origen:
    - Valor del contador asociado a la válvula en cada actuación.
    - Todas las alarmas, así como los eventos de reconocimiento y eventos de finalización de las mismas.
    - Todo cambio en los valores de consigna.
    - Generación y gestión de programaciones de riego basadas en tiempo y/o dotaciones.
    - Estado de su/s fuente/s de suministro energético.
    - Estado de su/s sistema/s de comunicaciones.
- La aplicación de control dispondrá de herramientas para el análisis de los datos históricos, generando los índices necesarios para evaluar el desarrollo en el tiempo del estado de los sistemas de alimentación y comunicaciones.
- El sistema permitirá la exportación de datos en un formato estandarizado para el traspaso de información a/desde aplicaciones de entorno de gestión (por ejemplo, SQL, ODBC, etc.) y aplicaciones ofimáticas.
- Existencia de indicación, en la aplicación de control, del nivel de señal actual de las comunicaciones.
- Posibilidad de activar y desactivar funciones de la aplicación de control según disposición.
- Posibilidad de cambiar parámetros de la red de baja desde el centro de control (según especificaciones de la comunidad de regantes)

La aplicación SCADA no podrá ser en ningún caso rígida pudiendo introducir, en todo momento, elementos nuevos. Sus características generales son las siguientes:

- Programación dirigida a objetos.
- Dispondrá de librerías específicas que permitan una integración rápida y eficiente.

- Modular, en cuanto permite seleccionar los módulos de *software*, licencias de equipos y librerías adecuadas para cada aplicación no teniendo que instalar y contratar todo en bloque.
- Dispondrá de *drivers* que soporten los protocolos más habituales.
- Sistema abierto a aplicaciones de terceros y *software* externo que permiten seleccionar libremente las herramientas del entorno de oficina.
- Entorno de trabajo abierto para interfaz con otras aplicaciones y sistemas.
- Interfaces abiertas para aplicaciones del entorno de gestión (SQL, ODBC, DDE).
- Abierto a bases de datos y *software* de terceros (*software* ofimático, etc.).
- Acceso versátil a móviles (web, SMS, GPRS).
- Navegación a través del sistema de forma fácil y amigable.
- Presentación de alarmas y secuencias de eventos temporizados.
- Filtrado flexible de alarmas y eventos por tiempo, prioridad y tipo.
- Soporte multiusuario, permitir varios usuarios con perfiles diferentes.
- Capacidad para ejecutar múltiples aplicaciones (varias aplicaciones SCADA o externas) de forma simultánea.
- Informes de las variables medidas y controladas, de tendencias y de alarmas.
- Escalable de tal forma que pueda adaptarse tanto a obras pequeñas en el que se instala todo el *software* en un único equipo como a obras de gran dimensión en el que se ha de distribuir en varios equipos.
- Sin necesidad de reiniciar el sistema para aplicar modificaciones generadas.
- Soporte para generación de gráficos y estudios de tendencias.
- Soporte multiusuario y múltiples niveles de permisos.
- Capacidad de filtrado configurable de la información presentada.
- Disponibilidad de módulo servidor web.
- Disponibilidad de servidor GSM/SMS/web.
- Que las modificaciones de la instalación puedan realizarse de forma simple y rápida sin personal especialmente cualificado.
- Interfaz con accesos directos a la información relevante para el sistema (alarmas, ayuda, menú principal, etc.).
- Posibilidad de configuración/modificación de las representaciones gráficas y los colores de los elementos y sus diferentes estados.
- Existencia de múltiples caminos para acceder a la información demandada.
- Representación esquemática del conjunto y los componentes de la instalación a varios niveles.

- Creación de agrupaciones de elementos para realizar sobre ellos operaciones masivas (programaciones de riegos, cambios de consignas/alarmas, clasificación o agrupación de alarmas por tipos, etc.).
- Sistema de respaldo configurable y automatizable.
- Sistema de respaldo incremental.
- Bases de datos independientes para datos estáticos e históricos.
- Enlace con *software* GIS.
- Funciones de ayuda al mantenimiento, tanto de elementos de control como hidráulicos.
- Textos en idioma castellano en toda la aplicación (incluido la ayuda).
- Posibilidad de configuración por usuario de variables de entorno local (unidades de medida).

El SCADA aportará posibilidad de multitarea, se ejecutará bajo un sistema operativo robusto, jerarquía funcional de las pantallas de información para una fácil visualización de la red, con correspondencia total entre las pantallas de visualización que se incluyen y lo que representan.

El acceso a las diferentes pantallas será multinivel para facilitar considerablemente la utilización del sistema y de acceso restringido, dependiendo del usuario y de las funciones que desempeñe en cada caso. Mediante un conjunto de esquemas gráficos se representará toda la información procedente del sistema desde la más general, que permite una visión rápida de la información básica (comunicaciones, alarmas, etc.) hasta la más específica y detallada de cada uno de los elementos.

También se podrá acceder a cualquier esquema de forma aleatoria, bien si se conoce el nombre del mismo o bien buscándolo en el índice disponible.

El *software* ha de permitir la modificación de cualquier esquema, gráfico o informe que forme parte de la aplicación, por un usuario con el adecuado nivel de acceso y con unos mínimos conocimientos.

Las funciones del *software* SCADA son las siguientes:

- Pantalla principal de acceso a la red de hidrantes, basada en una fotografía aérea o un mapa de la zona donde se identifiquen intuitivamente todos los elementos de ambas redes.
- Reflejar en un conjunto de pantallas sinópticas los estados de cada una de las variables medidas en los elementos de control de la red de hidrantes.
- Generar ficheros históricos de alarmas, eventos e incidencias, junto con la fecha y la hora de su ocurrencia, que permitan reconstruir la evolución de averías.
- Estará configurado para adquirir, enviar y tratar tanto información como órdenes a todos los puntos de control y tomas individuales de las tomas de riego.
- Visualizar, cuando se le demande, el estado de cada uno de los hidrantes a controlar; apertura y cierre, lectura de contadores y caudales instantáneos, funcionamiento en automático o en manual, etc. Permitirá además actuaciones individualizadas para pruebas y chequeos.
- Realizar gráficos sobre parámetros del sistema, tanto en tiempo real como a partir de datos históricos almacenados, con posibilidad de seleccionar los parámetros que se desean visualizar y su periodo temporal.
- Acceso multinivel con claves.
- Enviar órdenes manuales directas de forma remota.
- Mostrar todas las alarmas actuales y el histórico de alarmas.
- Gestión de alarmas: contadores que no cuentan, solenoides que no responden ante órdenes, fallos en las comunicaciones o en el suministro energético, etc.
- Errores de comunicación: Representa las tomas en función del número de errores de comunicación acumulados.
- Alarmas: Representa las tomas en función de si existen alarmas activas o no, y si han sido reconocidas.
- Presiones en red: Representa las tomas en función de la presión medida.

Para ello se persigue una jerarquía de presentación de pantallas totalmente intuitiva y fácil de manejar por el personal de la comunidad de regantes. Las estructuras de presentación y navegación por las distintas pantallas que conforman la aplicación deberán incluir los siguientes aspectos.

Entrada al sistema

De acuerdo con la configuración del sistema, el usuario podrá acceder a las páginas y datos del sistema *SCADA*. Y una vez introducido en uno de los sistemas tendrá definido un nivel de autorización que permita acceder a una serie de funciones o a una parte de los datos.

Por defecto se fijará el *login* como un mnemónico del nombre del sistema tipo y con una palabra clave (*password*) a definir por el cliente. Este *login* tendrá nivel sistema operativo tipo usuario. Una vez efectuado el *login* del sistema *SCADA* se abrirá automáticamente una ventana *SCADA*.

Dicha ventana solicitará la introducción de un usuario y una palabra clave para el acceso al programa.

Niveles de autorización

El acceso al sistema requiere la identificación del usuario y el uso de una palabra clave. Cada usuario está asociado a un subsistema, un conjunto de datos y un nivel de autorización y tiene una única palabra clave. Los diferentes niveles de autorización son:

- Visualización (0): Permite visualizar la aplicación, pero no ejecutar acciones de control ni programación y configuración. Es un nivel no operativo que únicamente permite recorrer los unifilares para su observación. Puede cambiar su palabra clave.
- Operación (1): Puede operar y controlar el proceso, pero no acceder a las herramientas de configuración e ingeniería. Es un nivel asignado a los operadores del sistema.
- Ingeniería (2): Permite acceder al sistema por completo, exceptuando la gestión de usuarios y la asignación de niveles de autorización.
- Administrador (3): Este nivel de autoridad permite acceder a todas las funciones del sistema y debe pertenecer a una sola persona. El responsable del sistema es el único usuario con la facultad para gestionar las altas y bajas de usuarios. El fabricante del sistema de telecontrol será el responsable de este nivel hasta el momento en que el cliente decida tomar el control sobre él, y en cualquier caso una vez finalizado el período de garantía.

Se entiende que un usuario de un determinado nivel puede realizar todas las funciones de los usuarios de nivel inferior además de las suyas propias, es decir, que por ejemplo el administrador tiene acceso a todos los niveles, salvo que en la descripción del nivel se indique lo contrario.

Navegación

El sistema se basará en el uso de ventanas. El acceso a cada ventana se realizará de acuerdo a los permisos que posea el usuario, registrando todos los accesos que se hayan producido con el nombre de usuario y las operaciones realizadas.

Todas las operaciones sobre dispositivos quedarán registradas en la lista de eventos.

Descripción de pantallas típicas

La interfaz hombre-máquina se basa en el uso de pantallas interactivas que permiten al operador conocer el estado del sistema, así como del proceso. Existe asimismo otro tipo de pantallas que incluye las destinadas a cambios de configuración, manejo de la base de datos y mantenimiento del sistema.

Cada página está constituida por una parte estática y otra dinámica gestionada por un programa en lenguaje de alto nivel. Además, disponen de botones funcionales utilizados para ejecutar acciones del operador (cambio de páginas, operaciones sobre dispositivos, etc.) y de ventanas para la representación de valores de medida, estados de los dispositivos, símbolos, mensajes al operador, etc.

Todas las páginas de la aplicación destinadas a operación del proceso tienen en común las siguientes características:

- Un título descriptivo.
- Fecha y hora.
- Una indicación de alarma que aparecerá cuando existan alarmas activas.

- Una línea de alarmas donde se muestra la última alarma activa en el sistema. Desde esta misma línea se puede acceder al elemento en alarma.

Las barras de herramientas constarán de los siguientes elementos:

- Combos de navegación: Permiten ir directamente a la pantalla de cualquier unidad de riego.
- Pantalla general: Muestra directamente la pantalla general del SCADA con la ortofoto de toda la comunidad de regantes.
- Selección de vista: Superpone a la ortofoto la distribución de la red de tuberías.
- Vigilante SMS: Abre la aplicación «Vigilante SMS», que permite el envío de mensajes a móviles cuando se produce una alarma en el sistema.
- Búsqueda por regante: Permite localizar todas las parcelas pertenecientes a un comunero, navegando directamente hacia cualquiera de ellas
- Generador de informes: Abre la aplicación «Generador de Informes», que permite visualizar y exportar datos históricos de las medidas tomadas en campo
- Pantalla de comunicaciones: Muestra la distribución geográfica de los distintos concentradores y el estado de las comunicaciones con los mismos.
- Control de usuarios: Permite crear, eliminar o modificar los permisos de los usuarios del SCADA.
- Botón de Atrás: Muestra la pantalla del nivel inmediatamente superior al actual.
- Lista de Alarmas: Muestra la pantalla de alarmas
- Lista de Eventos: Muestra la pantalla de eventos
- Salir: Cierra la aplicación del SCADA.

Los objetos dinámicos se presentan de acuerdo a una librería de símbolos y colores, incluyendo el comportamiento de dicha presentación, para señalar el cambio de estado.

Las vistas de las que consta la aplicación son las siguientes:

- Presentación inicial de la comunidad de regantes.
- Vista general topográfica de la totalidad de la comunidad de regantes.

- Vista general de cada sector.
- Vista general del polígono.
- Vista detallada de una unidad de riego.
- Vista topográfica de sectores.

En la vista general de la totalidad de regantes se mostrará la siguiente información:

- Volumen distribuido total: Suma total actual de la campaña de riego.
- Volumen distribuido diario: Suma total diaria.
- Número de regantes: Total de regantes de la comunidad.
- Superficie total.
- Superficie cultivada.
- Lectura del volumen de las balsas (si las hubiera)
- Caudales y presiones tanto de las estaciones de bombeo como de los puntos de control e hidrantes

La información citada anteriormente deberá estar disponible en la base de datos de la comunidad de regantes. Se mostrará un icono por sector que indicará la existencia de alguna alarma asociada.

Los menús desplegables para el acceso directo a parcelas tendrán la siguiente nomenclatura:

- Red de riego– Unidad de Riego.

El menú desplegable para la selección de las distintas capas tendrá la siguiente nomenclatura:

- Parcelario.
- Red de riego.

Vista general de cada red de riego

Una vez seleccionado desde la vista general, la red de riego correspondiente se representará en toda su extensión de riego con su ortofoto asociada y las

divisiones de las parcelas que la integren. Igualmente se mostrará la siguiente información:

- Volumen distribuido total de la red: Suma total actual de la campaña de riego.
- Volumen distribuido diario de la red: Suma total diaria.
- Número de regantes: Total de regantes de la red.
- Superficie total de la red.
- Superficie cultivada de la red.
- N.º de válvulas abiertas
- N.º de válvulas cerradas
- N.º de válvulas programadas
- N.º de programas de riego en ejecución/no ejecución
- N.º de válvulas o hidrantes en mantenimiento

La información citada anteriormente deberá estar disponible en la base de datos de la comunidad de regantes. Se mostrará un símbolo que indicará la existencia de alguna alarma asociada a esa red.

Vista detallada de una unidad de riego

En esta pantalla se muestran cada una de las parcelas asociadas a la unidad de riego seleccionada en la vista parcial del polígono. Igualmente se mostrará la siguiente información:

- Representación gráfica de la toma.
- Volumen distribuido total por cada unidad de riego: Suma total actual de la unidad de riego.
- Volumen distribuido diario por cada unidad de riego: Suma total diaria de la unidad de riego.
- Número de regantes: Total de regantes de la unidad de riego.
- Superficie total de la unidad de riego.
- Superficie cultivada de la unidad de riego.
- La información citada anteriormente deberá estar disponible en la base de datos de la comunidad de regantes.

Se mostrará en ventanas superpuestas la información de cada toma indicando:

- Cuadro de información de la toma:
- Estado de la válvula: abierta o cerrada.
- Estado de la toma: manual o automático
- Contador total: contador de volumen de agua total.
- Volumen y caudal instantáneo
- N.º de contador.
- Número de socio.
- Icono representativo del estado de la válvula: abierto, en color verde; cerrada, en color gris; y en fallo, en color rojo. Estos colores son orientativos y no es necesario que sean exactamente los indicados en este Pliego.

Asimismo, desde esta vista se dispondrá de acceso a través de una ventana con distintas pestañas a las siguientes plantillas de datos que proporcionarán información detallada de cada toma.

Ventana «Datos regante»

Contendrá la información relativa a:

- Nombre del regante.
- Apellidos del regante
- Número de socio
- Otras parcelas de que dispone
- Red a la que pertenece la parcela
- Remota a la que pertenece la parcela
- Unidad de riego
- Número de parcela
- Volumen mensual consumido
- Volumen diario
- Caudal instantáneo

Ventana «Estado hidrante»

Contendrá la información relativa a:

- Estado manual/automático.
- Selección manual/automático.
- Estado válvula abierto/cerrado
- Orden manual de abrir/cerrar
- Caudal por válvula
- Alarmas

Ventana «Programación riego»

Contendrá la información relativa a:

- Programación semanal completa
- Selección días de la semana
- Selección de hasta n turnos de riego día
- Hora de inicio, hora final y volumen
- Estado de activo/no activo del turno/programa diario

Ventana «Estado remota de control hidrante»

Contendrá la información relativa a:

- Nivel de cobertura
- Valor de la tensión de batería.
- Alarmas y eventos generados

Ventana «Componentes hidrante»

Contendrá la información relativa a:

- Tipo de válvula
- Número serie válvula
- Tipo de contador
- Número de serie contador

- Fecha instalación
- Fecha última revisión
- Diámetros tubería
- Relación de litros/pulsos

Ventana «Configuración alarmas»

Contendrá la información relativa a:

- Configuración alarmas por caudal (muy alto, alto, bajo, muy bajo)
- Configuración alarmas de presión (muy alta, alta, baja, muy baja)

Listado de alarmas

La lista de alarmas informará al operador de todas las señales que presentan alguno de los siguientes estados:

- Señal con alarma activa y no reconocida
- Señal con alarma activa y reconocida

Una vez que la alarma pase a estar inactiva desaparecerá de la lista de alarmas activas y quedará reflejada en el histórico de alarmas. El reconocimiento de una alarma por parte del operador significará que ha sido atendida. Las alarmas se presentarán en una lista cronológica cuyo tamaño se definirá en la fase de configuración del sistema.

El propósito de la lista de alarmas será el de proporcionar al usuario la información sobre todas las alarmas registradas por el sistema. Las alarmas se presentarán mostrando una línea de texto que describa la misma. El texto de la alarma estará formado como mínimo por: una marca de tiempo (fecha y hora con precisión de segundos); una identificación del objeto, que incluya su localización; y un texto descriptivo.

La lista de alarmas informa al operador de todas las señales que presentan alguno de los siguientes estados:

- Nivel crítico de tensión de batería
- Válvula abierta con ausencia de pulsos
- Válvula cerrada y lectura de pulsos
- Nivel de cobertura bajo
- Fallo de comunicación

Listado de eventos

Se considera evento todo suceso registrado por el sistema o por acción del operador. Esta definición depende de la configuración realizada durante la fase de ingeniería de datos, en la que se pueden definir por tipos o clases los distintos comportamientos del sistema de eventos que requiera el cliente.

Dependiendo de la configuración durante la fase de ingeniería de datos, los siguientes cambios asociados a un objeto pueden generar o no un evento:

- Cambia el valor/estado del objeto
- Entra en estado de alarma
- Sale del estado de alarma
- Cambia el estado de alarma o de aviso

Los eventos se presentan en listas cronológicas, cuyo tamaño se define en la fase de configuración del sistema. El propósito de la lista de eventos es proporcionar al usuario la información sobre los eventos ocurridos en el sistema. Los eventos se presentan mostrando una línea de texto que describe la causa del evento. El texto del evento está formado por: una marca de tiempo (fecha y hora con precisión de segundos); una identificación del objeto, que incluye su localización; y un texto descriptivo.

Programación de riegos

El sistema permitirá la programación de la maniobra de cada válvula (si procediera) con los parámetros de hora de inicio, de hora de finalización o de volumen servido, con la periodicidad que sea necesaria de acuerdo al buen funcionamiento, y con al menos n programas diarios por válvula.

La programación de los riegos en cada parcela se tiene que poder hacer de forma individual, indicando la fecha y hora de inicio, duración o fecha y hora de terminación, los metros cúbicos máximos del riego y la parcela que se quiere programar. Como ya se ha indicado, el riego puede terminar por fecha y hora o por haber consumido el volumen máximo.

Por otro lado, se tienen que poder realizar riegos sobre un grupo de parcelas simultáneamente, programándose automáticamente tantos riegos como parcelas existan en el grupo, en caso de existir dicha distribución de parcelas.

También se tienen que poder programar riegos por turnos donde además de los datos normales de riego se tiene que especificar el periodo de repetición del mismo. El programa de gestión irá programando los riegos según sea necesario para que se ejecuten adecuadamente en las remotas. Estos turnos también se tienen que poder asociar a grupos de parcelas.

El programa se enviará al elemento de control en el *poll* siguiente a la programación siendo el elemento el encargado de almacenar el programa de riego, de tal forma que, en caso de no tener comunicación del elemento de control con el elemento intermedio (en caso de existir) o de este con el centro de control, el riego se realice sin ningún problema.

Riego a la demanda

Los riegos que se activan por demanda, lo hacen en función de variables externas como son sensores ambientales, peticiones de riego, horarios, etc. Son situaciones no programadas inicialmente pero que debido a la situación hídrica de la parcela hacen necesaria la activación del riego. Se podrá hacer un riego a la demanda:

- Por sensores digitales y/o analógicos
- Por orden mediante mensaje de texto (SMS)
- Por interruptor manual
- Por activación desde el módulo de gestión
- Por horarios

La finalización del riego a la demanda no será por unidades consumidas, sino que depende tanto de los sensores digitales y/o analógicos como de los parámetros horarios que se hayan definido (horario de disponibilidad de agua) y como del deseo del propio usuario de la parcela (paro por SMS, por interruptor o desde el módulo de gestión).

Mediante este tipo de programación es posible limitar la disponibilidad de agua para todos y cada uno de los sectores, permitiendo al usuario hacer uso de este agua o no según su deseo o necesidad.

Riego por unidades consumidas de sectores o válvulas

Este tipo de riego permite enlazar sectores haciendo turnos de riego en los que cada uno tendrá su horario, su tiempo o volumen asignado, etc.

Cada programa podrá tener su propia secuencia de riego y se podrán enlazar entre sí los programas.

Se podrá trabajar también por caudal, así como realizar el riego turnado. Posibilidad de condicionar el riego, de tal forma que se pueda parar el aporte de agua a cualquiera de las válvulas de la secuencia mediante un mensaje SMS.

Para el riego por secuencia se podrá utilizar:

- Programas de secuencia
- Programas por hidrante y modificación de valores por grupos de sectores
- Horas de inicio (pudiendo encadenar programas)
- Días de la semana o frecuencia de días
- Horario activo del día
- Activaciones diarias o por frecuencia
- Programación por hidrante
- Diferentes agrupaciones de sectores
- Condicionantes para modificar, iniciar o detener el riego

Tendencias

Las ventanas de tendencia se emplean para mostrar valores de medidas en formato de curva. Una tendencia es un seguimiento temporal de los datos de un proceso.

El formato gráfico se representa mediante un sistema de coordenadas bidimensionales consistentes en un eje X temporal y un eje Y de datos. Las características de la representación gráfica son las siguientes:

- Eje X de tiempo escalado parametrizable.
- Eje Y de datos escalado en función del tipo de valor a mostrar.
- Posibilidad de representación de varias curvas en una misma gráfica.

El acceso a estas tendencias se podrá realizar tanto desde cada elemento de control como desde el módulo de informes.

Archivos históricos e informes de medidas

Los valores históricos almacenados en la base de datos pueden presentarse en informes. La herramienta de informes permitirá visualizar la información de una medida o un grupo de medidas de forma gráfica y numérica.

Los informes de medidas son tablas donde se presenta la evolución de medidas a lo largo de períodos de tiempo definidos. Todos los datos de los informes son valores almacenados en la base de datos, bien calculados o bien almacenados en tiempo real.

Los informes de medidas pueden representarse en forma de columnas o curvas. La recogida y cálculos de los datos históricos se realizan por intervalos configurables de tiempo.

Informes

El sistema dispondrá de un generador de informes que permita de forma fácil e intuitiva; hacer una selección de datos por unidad de riego o propietario, sector, elemento/objeto; seleccionar las fechas entre las que se solicita el informe; fijar la

resolución de los datos (horario o diario); elegir el tipo de dato a incluir (presión/ volumen/ caudal); el tipo de informe (tabla/ gráfico 2d) y el formato (texto/ hojas de cálculo y archivos de software ofimático).

Contadores horarios

Como se ha explicado anteriormente, y se describe en la remota de control de hidrantes, los contadores horarios son un evento más de la remota, pudiendo activarse o no y obligando o no a realizar comunicaciones.

Información de las tomas individuales

La información presentada, relacionada con una única toma individual seleccionada, será:

- Estado de la válvula: puede ser ABIERTA o CERRADA o en alguno de los estados de alarmas (válvula abierta sin paso de agua, válvula cerrada con paso de agua, etc.,) de acuerdo con su estado actual.
- Modo de funcionamiento: puede ser MANUAL o AUTOMÁTICO.
- Contador total: contador de volumen de agua total.
- Caudal instantáneo: medirá el caudal instantáneo presente en la boca de riego.
- Alarmas activas: muestra el número de alarmas activas para este hidrante. Si existe alguna, se muestra en la zona inmediatamente inferior.

Se podrá establecer, siempre desde el centro de control, el modo de funcionamiento de los hidrantes seleccionados:

- Modo automático: los hidrantes quedan configurados para ejecutar los turnos de riego programados por el usuario, no pudiendo modificar directamente al estado actual de las válvulas.
- Modo manual: el estado opuesto al anterior. El usuario puede actuar sobre las válvulas en tiempo real, pudiendo abrirlas o cerrarlas. En este modo manual el funcionamiento del elemento de control será el habitual, sin presentar excesos de consumo, de tal forma que el sistema de alimentación propuesto cumpla con las especificaciones del presente proyecto.

NOTA: el modo manual, no debería de ser el estado habitual de la remota, y sólo debería de activarse para casos concretos y/o labores de mantenimiento y control de las unidades de riego.

Gráficos de control

El subsistema de gráficos de control permitirá la generación y visualización de pantallas en las que representar los elementos fijos y variables de la aplicación.

Las funciones más importantes de este subsistema son:

- Permitirá importar gráficos en formatos diversos de uso común (AutoCAD, bmp, jpg, etc.)
- Los gráficos serán escalables, esto es, que al presentarse en pantallas de distintas resoluciones podrá visualizarse toda la información disponible sin necesidad de barras de *scroll*.
- Los elementos básicos relacionados con el estado de señales y que se empleen en la construcción de las distintas pantallas permitirán:
    - Entradas y salidas de texto
    - Representación de símbolos en función de estados de señales
    - Botones de control
    - Barras de nivel
    - Cambios de color y posición de objetos
- Dispondrá de distintos niveles de acceso que permitan visualización o control de áreas en función del usuario presentado.
- Los gráficos de tendencia presentados podrán referirse a valores de tiempo real o bien a valores almacenados en el registro histórico.
- Cualquiera de las pantallas se podrá visualizar con efecto *zoom*.

Gestor de alarmas

El sistema integrará un gestor de alarmas que represente en pantalla aquellos eventos configurados previamente por el usuario como suficientemente críticos para requerir una atención inmediata. La funcionalidad básica que cumplirá será:

- Registro en pantalla e impresora
- Cada línea de alarma presentará:

    - Fecha y hora de aparición de la alarma
    - Identificación de equipo o señal
    - Área en la que se encuentra
    - Descripción de la señal
    - Descripción del evento
- Presentación del estado de la alarma mediante un código de colores, contemplando las siguientes posibilidades:
    - Alarma de nueva aparición sin reconocer por el operador
    - Alarma reconocida por el operador
    - Alarma que se activa y se desactiva sin reconocimiento del operador
- Se dispondrá de un mínimo de tres niveles de prioridad de alarmas.
- Será posible ordenar las alarmas por:
    - Fecha de aparición
    - Área a la que pertenece la señal
    - Prioridad
- La configuración de alarmas podrá realizarse *on-line*; es decir, sin necesidad de detener la operación del sistema podrán modificarse prioridades, límites de alarma, y grupo o área.
- Siempre que esté presente una alarma nueva y no reconocida por el operador, el sistema podrá emitir un aviso acústico.
- Incluirá alarmas a móviles
- Aparecerá el nivel del sistema de alimentación
- Programación sencilla en los elementos de control

Se conocerán en todo momento las parcelas que deberían haber regado y no ha habido consumo, indicándose por medio de una alarma. El sistema de telecontrol detectará y emitirá alarmas ante los excesos y defectos de consumos en base al cálculo de consumo normal estimado de la parcela y caudal nominal.

Se implementará un sistema de antirrobo y antivandalismo para la detección de la desconexión de la antena o panel solar (en caso de instalarse).

3.88.3.8.2.2. Aplicación Base de Datos

Introducción

Para el almacenaje y la gestión de datos del sistema se empleará un servidor de base de datos compatible SQL que se ejecutará en el servidor central. En dicho servidor existirán dos bases de datos: una destinada a almacenar los datos históricos provenientes de campo; y otra destinada a la definición y configuración interna del sistema.

Se dotará a dicho servidor de conectividad con las bases de datos del sistema de facturación de la comunidad de regantes.

Funcionalidad de la Base de Datos de Sistema

Control de acceso: existirán los mecanismos necesarios para la creación, eliminación o modificación de los usuarios del sistema SCADA. A cada usuario se le podrán otorgar una serie de privilegios, según su asignación a uno de los roles predefinidos en el sistema (sólo lectura, operador, administrador, etc.). Cada usuario tendrá una contraseña única que podrá ser modificada por él mismo o por un usuario del rol administrador.

Almacén del parcelario de la comunidad de regantes: existirán las tablas necesarias para permitir almacenar lo siguiente:

- Información acerca de cada una de las parcelas incluidas en el sistema (entendiendo por ello las parcelas que van a recibir suministro de agua a través de la red hidráulica. Dicha información incluirá la localización de la parcela en la red hidráulica, superficie total de la parcela, superficie cultivada de la misma, identificación del contador asociado e identificación del titular de dicha parcela a efectos de la comunidad de regantes.
- Información acerca de cada uno de los contadores instalados, incluyendo su identificador (por ejemplo número de serie), su marca y modelo, su diámetro y su relación de caudal, así como un histórico de incidencias asociadas a cada contador (revisiones, reparaciones, cambios de localización, etc.).
- Información acerca de cada uno de los socios de la comunidad de regantes, incluyendo su nombre y apellidos y DNI.

Se dotará a la base de datos de sistema de los mecanismos necesarios para automatizar y facilitar el acceso del SCADA a esta información.

Configuración de la navegación: existirán catálogos conteniendo información acerca de todos los posibles objetos visuales (carteles, imágenes, diálogos) que puedan existir en el sistema, para facilitar la escalabilidad y la modificación del aspecto visual del sistema.

Existirán también tablas que almacenarán la información necesaria para permitir la generación y navegación por las pantallas existentes en el SCADA, así como los objetos visuales concretos que contiene cada una de ellas.

Funcionalidad de la Base de Datos de Históricos

- Recogida de históricos: se almacenarán datos históricos de las medidas de volumen y presión de cada parcela recogidas en campo. Dichos datos tendrán una cadencia horaria, para su futura visualización. Se implementarán los mecanismos necesarios para que dichos históricos sean accesibles por el sistema de facturación de la comunidad de regantes de manera fácil y cómoda.
- Recogida de alarmas y eventos: se almacenarán todas las alarmas y eventos producidos por las unidades remotas para su futura visualización.
- Programación automática de riegos: se proporcionarán las estructuras y mecanismos necesarios para facilitar la creación, modificación y cancelación de los programas de riego automático. Se almacenarán hasta n programas activos para cada día de la semana. El cambio de los datos en estas estructuras conllevará la actualización pertinente en el mapa de memoria almacenado en la base de datos de Sistema y su posterior envío a las unidades remotas.

Los programas de riego podrán tener un periodo de vigencia, de manera que se activarán y desactivarán en el día y mes indicado en el momento de creación del programa, siendo este proceso de carácter anual. Esto permitirá, por ejemplo, programar en enero turnos de riego diferentes para cada mes del año.

Interacción entre bases de datos

Incorporación inicial de los datos de la comunidad de regantes a la base de datos: existirá un proceso automático que transformará e incorporará los datos de socios y del parcelario proporcionados por la comunidad (bien en forma de base de datos, bien en formato de hoja de cálculo de software ofimático) a las bases de datos del sistema, obteniendo de manera rápida una configuración inicial del sistema. Este proceso podrá ser utilizado como parte de un proceso de actualización masiva del censo de la comunidad, en caso de ser necesario.

Comunicación con las bases de datos de facturación: las bases de datos del sistema SCADA permitirán al sistema de facturación de la comunidad el acceso a tantos datos como sean necesarios para la realización de facturas.

Optimización: la optimización (procesos de optimización de índices, reducción del espacio en disco, chequeo de la integridad de los datos y ajuste del espacio libre en las páginas lógicas tanto de índices como de datos) de todas las bases de datos del SCADA se ejecutarán diariamente, en horario de mínima carga de trabajo.

Backup: el sistema permitirá la realización de copias de respaldo periódicas de las bases de datos, a razón de un *backup* completo semanal y un *backup* a diario, tras la realización del proceso de optimización descrito en el punto anterior. Dichas copias de seguridad se guardarán en una máquina distinta al servidor SQL. Esto permitirá, en caso de desastre (rotura del disco duro, picos de tensión, etc.), recuperar el estado del sistema con unas pérdidas de datos mínimas.

Recogida de históricos

Se almacenarán datos históricos de las medidas de volumen y presión de cada contador recogidos en campo. Se implementarán los mecanismos necesarios para que dichos históricos sean accesibles por el sistema de facturación de la comunidad de regantes de manera fácil y cómoda.

Recogida de alarmas y eventos

Se almacenarán todas las alarmas y eventos producidos por los elementos de control para su futura visualización.

Programación automática de riegos

Se proporcionarán las estructuras y mecanismos necesarios para facilitar la creación, modificación y cancelación de los programas de riego automático. El cambio de los datos en estas estructuras conllevará la actualización pertinente en el mapa de memoria almacenado en la base de datos de sistema y su posterior envío a los elementos de control.

Los programas de riego podrán tener un periodo de vigencia, de manera que se activarán y desactivarán en el día y mes indicado en el momento de creación del programa, siendo este proceso de carácter parametrizable.

Adquisición y monitorización de datos de estaciones meteorológicas instaladas

La estimación de las necesidades de agua de los cultivos precisa de una información meteorológica de calidad y que abarque la mayor parte de la superficie regada.

Esta información se obtendrá de las estaciones meteorológicas automáticas cuyas coordenadas geométricas se especificarán.

El sistema de telecontrol será capaz de recopilar la información de estaciones meteorológicas instaladas en la comunidad de regantes. Para ello, el SCADA enlazará con la base de datos o los ficheros proporcionados por las estaciones meteorológicas para interpretarlos y monitorizarlos.

Los datos mínimos suministrados por la estación meteorológica serán:

- Tm: Temperatura media
- TMA: Temperatura máxima absoluta
- Tma: Temperatura mínima absoluta
- Hr: Humedad relativa
- Hrmax: Humedad relativa máxima
- Hrmin: Humedad relativa mínima
- RS: Radiación global acumulada

- Vm: Velocidad media del viento
- VMA: Racha máxima del viento
- HS: Horas de sol
- P: Precipitación
- ETo: Evapotranspiración de referencia

3.88.3.8.2.3. Descripción funcional del acceso a web

La aplicación web deberá desarrollarse y proporcionar el control por sector de los diferentes elementos de la comunidad de regantes.

Para agilizar las fases de elaboración de los planes de riego y permitir una completa información en remoto a regantes y personal de la comunidad, se propone un sistema dedicado y desatendido que pueda ser accesible desde Internet por cualquier medio.

Para ello se diseñará un portal de acceso pensado para ser accedido principalmente por ordenadores o agendas digitales (PDA) con acceso a Internet. Desde todos estos sistemas se podrá acceder también al portal de acceso para móviles, comentado posteriormente.

Esta aplicación debe permitir al usuario acceder y modificar diferentes parámetros relativos al estado de las válvulas, contadores de riegos, programas semanales, etc. de los diferentes hidrantes sobre los que cada regante en particular tenga permisos de acceso.

A este respecto, existirán varios niveles de acceso a los hidrantes, resumidos en:

- Permisos de lectura: Permite visionar la configuración y estado actuales de sus hidrantes, pero sin poder modificar ninguno de ellos.
- Permisos de escritura: Permite modificar los parámetros de sus hidrantes, pero no ver su estado actual.
- Sin permisos: todos aquellos hidrantes no accesibles por el usuario. No se mostrarán en la aplicación, que únicamente presentará los hidrantes sobre los que el usuario tiene alguno de los dos permisos anteriores.

- Permisos completos: concede al usuario un control total sobre estos hidrantes.

Estos niveles de acceso estarán establecidos a priori por el administrador de la comunidad de regantes, de manera que un usuario particular no podrá modificar estos permisos. Si el usuario intenta realizar alguna acción no permitida sobre un hidrante, el sistema le avisará de ello mediante un mensaje de error, no permitiéndole en ningún caso el acceso a cualquier recurso restringido.

En esta aplicación el usuario puede tomar un subconjunto de todos los hidrantes sobre los que tiene acceso y con esta selección procederá a realizar todas las acciones que desee, de acuerdo con los permisos de acceso que tenga. Asimismo, dentro de este conjunto de hidrantes seleccionados, se escogerá un único hidrante activo del que podrá extraerse información con un mayor nivel de detalle.

Esto quiere decir que las órdenes que ejecute se efectuarán sobre todos los hidrantes seleccionados por igual. Si por el contrario el usuario elige un único hidrante o actúa sobre el hidrante activo, las órdenes solo afectarán a este.

Todos los hidrantes tienen un nombre, asignado bien por el administrador de la comunidad de regantes o por aquellos usuarios que dispongan de permisos de escritura sobre cada hidrante en concreto. Este nombre le sirve al usuario para identificar las bocas de riego sobre las que tiene acceso, a fin de facilitarle su reconocimiento y localización, y es independiente del nombre usado en el SCADA y sus bases de datos, si el usuario tiene los permisos necesarios para modificar este nombre.

La aplicación dispondrá de al menos las siguientes utilidades y pantallas asociadas:

- Sistema de seguridad de acceso basado en la identificación del usuario mediante nombre y contraseña, de forma que solo usuarios registrados podrán tener acceso a la misma
- Selección de conjunto de hidrantes asociado al regante
- Información de hidrantes (estado, alarmas, programas de riego activos, etc.)
- Cambio a modo manual y órdenes manuales de apertura y cierre

- Cambio a modo automático, con inhibición de órdenes manuales y activación de programas de riego.
- Programación de turnos de riego (al menos n al día y durante n semanas). Con programación por tiempos, por volúmenes o mixta.
- Programación avanzada, que permita copiar una programación definida para el conjunto de hidrantes propios del regante.
- Información de facturación asociada a elementos de la red correspondientes al usuario en cuestión.
- Visualización GIS de las parcelas asociadas.

3.88.3.8.2.4. Descripción funcional envío mensajes SMS

El envío de alarmas vía SMS se realizará en 2 niveles:

- Nivel 1: Mensajes a móviles de personal de mantenimiento. La comunidad de regantes fijará de todas las alarmas posibles, aquellas que en caso de producirse activen el envío de un mensaje previamente definido a un mínimo de n teléfonos que obrarán en poder del equipo de mantenimiento de la comunidad de regantes que en ese momento se encuentre de guardia.

  El sistema permitirá ser configurable sobre la base de:
  - Seleccionar las diferentes alarmas
  - Modificar los textos de alarma para enviar
  - Modificar los números de teléfonos a los que enviar el mensaje

- Nivel 2: Mensajes a móviles de propietarios de parcela. La comunidad de regantes fijará hasta un máximo de n posibles alarmas con su texto asociados para que, en caso de producirse, el mensaje sea enviado al teléfono del propietario de la parcela en la que se ha producido el registro de dicha alarma, así como que a petición del propietario mediante el envío por parte del mismo de un mensaje SMS el sistema devuelva el valor actual del contador que tenga el sistema en ese preciso momento y la fecha. El sistema por tanto deberá disponer de una base de datos conteniendo los números de teléfono de todos los regantes.

El sistema permitirá ser configurable en base a:

- Seleccionar un máximo de n posibles alarmas comunes para todos los regantes.
- Modificar los textos de las n alarmas
- Modificar los números de teléfono de todos los regantes.

La comunidad de regantes introducirá los números de los teléfonos móviles de los regantes conforme estos sean entregados.

3.88.3.8.2.5. Aplicación de gestión

Las funciones específicas de la aplicación de gestión del centro de control son las siguientes:

Gestión de dotaciones y contabilidad del agua

La aplicación informática de gestión permitirá realizar sucesivos repartos de dotación de agua con carácter mensual o anual, y por cada origen de abastecimiento, en función de la superficie o los derechos de riego asignados a cada hidrante. A su vez, el módulo contabiliza por cada hidrante todas las transacciones de agua realizadas: reparto de dotaciones, consumos mensuales, excesos, aportaciones particulares desde pozos, etc. El sistema permitirá la administración de conceptos distinguiendo entre propietarios y explotadores o inquilinos de dichos hidrantes. Se generarán históricos de consumo de los últimos n días, últimas n semanas y últimos n meses. Se podrán ejecutar asientos de apertura y de cierre de año hidrológico, etc.

Aplicación de diferentes tarifas de cobro

La aplicación informática de gestión permitirá definir diferentes tarifas en función del agua consumida, del origen de abastecimiento, del tamaño de la toma, horario y tipo de gestión de riego. El número de las diferentes tarifas a definir será sin limitación.

Facturación

La aplicación de gestión permitirá:

- Facturación automática basada en lectura de contadores o contabilización de albaranes de suministros por horas de riego
- Facturación manual de cualquier concepto de cargo y de abono
- Aplicación de tarifas especiales en caso de superación de dotación
- Generación de derramas por unidad de superficie o por hidrante
- Aplicación de umbrales de facturación por volumen consumido
- Personalización de formato de factura por el usuario mediante aplicación estándar
- Aplicación de diferentes tarifas de cobro. La aplicación informática de gestión permitirá definir diferentes tarifas en función del agua consumida, del origen de abastecimiento, del tamaño de la toma, horario y tipo de gestión del riego.
- Comunicación con otros programas contables: Generación de ficheros de intercambio con Contaplus y/o otros estándares. Base de datos SQL o similar, con publicación de las tablas utilizadas.
- Aplicación de generación de informes automáticos definidos por el usuario: El *software* de control y gestión dispondrá de una utilidad de generación de informes en formato de hoja de cálculo definidos por el usuario. Para un determinado informe se podrán definir las variables a representar, la cantidad de datos a extraer, el intervalo de tiempo entre esos datos, las operaciones matemáticas a aplicarles, la plantilla a utilizar, la frecuencia de generación automática y el lugar de almacenamiento de dichos informes.

3.88.3.8.2.6. Aplicación de Información Geográfica (GIS)

El visor GIS de aplicación informática de control incluirá utilidades de control basadas en Sistema de Información Geográfica (GIS) que permitirá operar con mayor facilidad, además de aportar datos de gestión vinculados con las coordenadas geográficas asociadas a cada elemento de la red. Podrán importarse fácilmente datos procedentes de proyectos diseñados con aplicaciones estándar como ArcGIS, AutoCAD Maps, etc.

El sistema gestionará una serie de capas y vistas que nos reportarán geográficamente el estado de la red hidráulica y del propio telecontrol:

- Vista de balsas: Se representarán los niveles y el porcentaje del volumen existente en las diferentes balsas.
- Errores de comunicación: Se representarán los nodos en función del número de errores de comunicación acumulados.
- Alarmas: Se representarán los nodos en función de si existen alarmas activas o no, y si han sido reconocidas.
- Presiones en red: Se representarán los nodos en función de la presión medida.

El componente GIS embebido en la aplicación SCADA mostrará los elementos de la red de riego en el espacio a partir de ficheros de capas shp previamente definidos.

El navegador GIS representará toda la información geográfica agrupada por capas temáticas. Desde el árbol de capas se podrán realizar las siguientes acciones:

- Mostrar capa: Hará una capa visible si no lo estaba ya.
- Ocultar capa: Hará que una capa no sea visible.
- Enfocar capa: realizará un *zoom* para observar la capa completa en el visor.
- Mostrar etiquetas: Hará que las etiquetas sean visibles.
- Ocultar etiquetas: Hará que las etiquetas de los elementos no se muestren en pantalla.

La barra de navegación dispondrá de las siguientes funciones:

- *Zoom*: Realizará un *zoom* sobre la zona seleccionada.
- Vista anterior: Deshace los efectos del *zoom* a la configuración inmediatamente anterior.
- Mover: Se podrá arrastrar el contenido del visor para desplazarnos por la representación gráfica.
- Seleccionar: Con esta herramienta se podrán seleccionar elementos de la red.
- Información: Mostrará la ventana de inspección de objetos, la cual nos dará la información relativa al elemento seleccionado y el resumen de

las vistas: superficie total, superficie cultivada, número de regantes, etc.

La barra de vistas dispondrá de las siguientes funciones:

- Estado de los hidrantes: Representará los puntos de ubicación de los nodos de control en diferente color dependiendo del estado de los mismos.
- Estado de comunicaciones: Representa los puntos de ubicación de los nodos de control en función del número de errores de comunicación que tengan.
- Alarmas: Representa los puntos de ubicación de los nodos de control en función de si existen alarmas activas o no, y si han sido reconocidas.
- Caudales: Indicará los caudales medidos en cada punto de la red y si están dentro de los límites normales de funcionamiento.
- Presiones: Indicará la presión medida en cada punto de la red y si está dentro de los límites normales de funcionamiento.

3.88.3.9. CURSOS DE FORMACIÓN

Se deberán contemplar 2 tipos de cursos de formación totalmente independientes:

3.88.3.9.1. Curso de manejo y operación

Destinado a formar a los operadores de la comunidad de regantes en la estructura:

- Navegación por pantallas
- Herramientas de informes
- Introducción de datos
- Manejo de la aplicación
- Parámetros de configuración
- Manejo web

3.88.3.9.2. Curso de mantenimiento

Destinado a formar al personal de mantenimiento propio de la comunidad de regantes con el siguiente temario:

- Test y diagnóstico de comunicaciones.
- Navegación por pantallas.
- Herramientas de informes de mantenimiento.
- Introducción de datos.
- Manejo de la aplicación.
- Cableado, sustitución y activación de tarjetas de control de hidrantes.
- Altas de nuevas tarjetas de control.
- Manejo web.

3.88.3.10. DOCUMENTACIÓN

Se entregará la siguiente información:

- Manual de operación de la aplicación.
- Descripción funcional de cada pantalla.
- Manuales de funcionamiento y operación acceso web.
- Manuales técnicos de equipos informáticos.
- Manuales técnicos de equipos de comunicaciones.
- Esquemas completos de la red de hidrantes.
- Esquemas eléctricos de los distintos tipos de remotas de telecontrol.
- Memoria técnica de los elementos que componen el sistema de telecontrol en la que se incluya la información suficiente para comprobar la adecuación de los equipos a las condiciones que se citan en el pliego. Se deberá presentar una detallada lista de los materiales a instalar identificando todos y cada uno de ellos por su marca, modelo y versión. Se deberá adjuntar el catálogo comercial correspondiente de todos los materiales que se vayan a instalar en la obra (tanto en formato papel como electrónico). Incluirá la descripción funcional del sistema en el que queden perfectamente definidas todas las funcionalidades y características de:
    - Funcionamiento de remota y concentrador.
    - *Software* centro de control.

3.88.3.10.1. Manuales de instrucciones y conexionado

Todo equipo instalado debe disponer de manual de instrucciones para facilitar la configuración e instalación de los repuestos. Asimismo, se añadirá documentación técnica referente a las necesidades de mantenimiento que se asocien a cada tipo de elemento con el objetivo de facilitar la realización de programas de mantenimiento.

3.88.3.10.2. Documentación adicional

La documentación adicional que ha de disponerse del sistema de telecontrol será la siguiente:

- Manual de funcionamiento y operación de la aplicación de control.
- Manual de funcionamiento y operación acceso web.
- Manual de funcionamiento y operación acceso web.
- Manual de funcionamiento y operación del *software* de alarmas SMS.
- Esquemas completos de la red de hidrantes.
- Programas *software* necesarios para la programación y configuración de las remotas de control de la red de hidrantes, así como de los elementos intermedios (concentradores) a coste cero.

3.88.3.11. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Para asegurar la estabilidad y perdurabilidad del buen funcionamiento de la instalación se realizará el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo que a continuación se describe.

Dado que el sistema de telecontrol tiene unas necesidades de mantenimiento específicas, se incluye en el presente pliego la elaboración y ejecución de un programa de mantenimiento.

Por las características propias de los sistemas de telecontrol de regadíos y con el objetivo de ajustar las actuaciones que a nivel de mantenimiento se requieran, deberán quedar perfectamente definidas las operaciones a realizar en términos de:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento correctivo.

Se listarán todas las operaciones que se reconozcan como necesarias para el sistema de telecontrol, así como los espacios temporales para los cuales se especifican estas y el procedimiento detallado para aquellas más habituales y/o críticas.

En dicho plan de mantenimiento se tendrán en cuenta las tareas que se indican en los apartados siguientes.

3.88.3.11.1. Revisión precampaña de riego

Debido a que las instalaciones de riego suelen tener un periodo de inactivad comprendido entre la finalización de una campaña de riego y el inicio de la siguiente, se verificará previamente al inicio de esta última que todos los elementos del sistema de control se encuentran en el estado adecuado para la puesta en marcha del sistema.

3.88.3.11.2. Revisión poscampaña de riego

Una vez haya finalizado la campaña de riego, se programarán las tareas necesarias en los puntos donde se hayan venido detectando alarmas durante la campaña anterior. Es por ello imprescindible que la aplicación de control monitorice y almacene todas las alarmas que se asocien al sistema de telecontrol instalado.

3.88.3.11.3. Mantenimiento correctivo

Es condición indispensable la inclusión en el programa de mantenimiento de un listado completo de componentes con su coste unitario con el fin de facilitar la gestión de los repuestos y recambios (mantenimiento correctivo).

3.88.3.11.4. Tareas mínimas incluidas en el programa

En la revisión anual precampaña se incluirán aspectos de revisión visual, así como revisiones técnicas.

a) Revisión visual sobre las remotas de riego

- Verificar el estado de las antenas de telecomunicaciones
- Verificar el estado del sistema de alimentación energética
- Verificar el estado de cables y conectores
- Verificar el estado de los elementos de fijación propios del sistema de telecontrol instalado
- Verificar la estanqueidad de la envolvente donde se aloja la electrónica
- Verificar el buen estado de las válvulas hidráulicas garantizando que no se detectan ni pérdidas ni atascos

b) Revisión técnica sobre las remotas de riego

- Medida de tensión en el acumulador (batería), comprobando la correspondencia con los datos recogidos por la aplicación de control
- Medida de tensión en la alimentación (panel solar), comprobando la correspondencia con los datos recogidos por la aplicación de control.
- Verificar el estado de los fusibles
- Verificar el funcionamiento de los módems radio
- Verificar el funcionamiento de las válvulas a través del test de válvulas
- Verificar la medida de las sondas de presión, comprobando la correspondencia con los datos recogidos por la aplicación de control
- Verificar el funcionamiento de los medidores de impulsos
- Revisión de las comunicaciones con el centro de control
- Revisión de las medidas de explotación (volumen, presión, estado, etc.), desde el centro de control
- Sincronización de contadores y revisión de parámetros desde el centro de control.

c) Revisión visual y técnica de elementos intermedios

Para el resto de equipos de campo que puedan ser necesarios se realizarán las tareas descritas para la remota de riego que se les apliquen por la concepción y configuración de los equipos a revisar.

d) Revisión visual en el centro de control

- Verificar el estado de todo el *software* objeto de este pliego
- Verificar la integridad de los registros y el buen funcionamiento de las bases de datos
- Realizar una copia de seguridad de todas las bases de datos que se incluyan en el sistema de telecontrol instalado
- Desfragmentación de la máquina virtual

En ningún caso es vinculante ganar el presente concurso con la adjudicación posterior del mantenimiento de la instalación.

3.88.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS Y ELEGIBLES

3.88.4.1. FILTRO AVANZADO CONFIGURABLE POR EL USUARIO

Con el fin de evitar falsos pulsos, las estaciones remotas han de disponer de un filtro configurable remotamente y basado en los parámetros dados por los fabricantes de contadores: caudal de arranque, caudal mínimo, caudal transición y caudal máximo. De esta forma se evitarán falsas lecturas de pulsos de volumen, además de detectar funcionamientos de contadores en zonas de alto error de medida.

La remota debe tener varios niveles de filtrado:

- Un primer filtro PASIVO permanente (no configurable) que elimine eficazmente las frecuencias mayores de 10 Hz con una pendiente mínima de 6 dB/octava.
- Un segundo filtro que impida el conteo de los pulsos generados a una frecuencia mayor que el caudal máximo (Q4) que el contador hidráulico no puede generar o que en caso de hacerlo no se garantiza ninguna correspondencia con el volumen de agua realmente entregada. Aunque los pulsos filtrados no se cuenten ni se tengan en cuenta para el cálculo de caudal,

sí se debe generar un aviso o alarma indicando la presencia de estos pulsos espurios.

- Un tercer nivel de filtrado correspondiente al intervalo de caudal mayor que el máximo (Q3) consignado y menor que el máximo medible (Q4). En caso de excederse el caudal máximo consignado (Q3), los pulsos sí se cuentan en el totalizador del hidrante, pero además se genera un evento de alarma y se crea un contador parcial asociado en el que se van sumando todos los pulsos hasta que el caudal se normalice de nuevo, momento en que se genera un evento de final de caudal excesivo con el momento de inicio, el momento de fin y el contador parcial generado.
- Si el caudal es menor que el mínimo consignado (Q2) y mayor que el mínimo medible (Q1), los pulsos se acumulan normalmente en el totalizador, pero se genera un evento de alarma hasta que el caudal se normalice.
- Si el caudal es menor que el mínimo medible (Q1), se genera un evento de alarma asociado, con fecha y hora, y el pulso se ignora (no se acumula en el totalizador).

3.88.4.2. DATALOGGER O REGISTRADOR PARA DETECCIÓN DE FUGAS

El sistema permitirá el almacenamiento interno de valores de contador sincronizados con respecto a un mismo instante de tiempo, con independencia del momento en que se haya transmitido dicho dato al centro de control. Esta funcionalidad es vital para la detección de fugas en la red, ya que para comparar volúmenes de distintos hidrantes se necesita que se encuentren referidos al mismo instante de tiempo.

3.88.4.3. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN MODBUS ENTRE EL CENTRO DE CONTROL Y EL ELEMENTO INTERMEDIO (ENRUTADOR) NECESARIO PARA LA COMUNICACIÓN DE LAS REMOTAS CON EL CENTRO DE CONTROL

El sistema tendrá implementada la comunicación mediante protocolo MODBUS entre el elemento intermedio y el centro de control y contará con la documentación necesaria donde se expliquen los registros utilizados. Se entregará en la oferta dicha documentación.

Se entregará de forma explicativa el mapeado de la tabla de registros MODBUS implementada para las comunicaciones y cualquier alteración que se haya realizado al protocolo MODBUS original.

3.88.4.4. HERRAMIENTA DE CONFIGURACIÓN/DIAGNOSTICO POR TELEFONÍA MÓVIL

La remota podrá configurarse a través de dispositivo móvil (teléfono/tablet) por conexión inalámbrica.

3.88.4.5. CORTE POR SOBRECAUDAL

La remota será capaz de realizar el paro de un riego por sobrepaso de un caudal preestablecido. Realizará también la transmisión de la alarma correspondiente al centro de control.

3.88.4.6. CORTE POR SOBREPRESIÓN

La remota será capaz de realizar el paro de un riego por sobrepaso de una presión preestablecida. Realizará también la transmisión de la alarma correspondiente al centro de control.

3.88.4.7. CIERRE OPCIONAL DE SOLENOIDES POR FALLO DE COMUNICACIÓN CON ELEMENTO INTERMEDIO

La remota será capaz de realizar el cierre ordenado de todos los solenoides por ella controlados si hay un fallo prolongando de comunicación entre la remota y el elemento intermedio.

3.88.4.8. CONEXIÓN REMOTA CON LA PANTALLA HMI DE LOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES

El HMI instalado en los cuadros de los PLCs tendrán, tanto a nivel *hardware* como a nivel *software*, la posibilidad de conexión remota desde cualquier punto externo, mediante enlace internet.

3.88.4.9. CONECTORES DE LOS SENSORES

Todos los sensores se conectarán con la remota de telecontrol mediante un cable acabado en un conector estanco M12 macho roscado de 4 polos.

3.88.4.10. TABLA DE INTERCAMBIO UNIVERSAL

La tabla de intercambio universal es una tabla de base de datos que está definida para el intercambio de información entre el programa de gestión del telecontrol (en cuya base de datos se puede encontrar) y los equipos remotos a través del frontal o frontales de comunicación instalados en el sistema. Posee un formato fijo soportado por SQL Server y conocido por todos los elementos del sistema.

Para que la tabla de intercambio pueda servir como un estándar de comunicación debe estar definida tanto la estructura de la misma como los siguientes aspectos:

- Todas las posibles órdenes que se pueden mandar a las remotas o recibir de ellas y que tienen que ser entendidas por los frontales.
- Un sistema de prioridades que ordena la comunicación entre las remotas y el/los programas de gestión.
- Las confirmaciones de las comunicaciones de las órdenes al frontal y a las remotas, mediante la utilización de un código llamado ACK.
- La especificación de los dispositivos con los que se puede comunicar.

3.88.4.10.1. Formato de la tabla de intercambio

El formato de la tabla de intercambio será el siguiente:

- ***IdRegistro (Int, no allow nulls)***. Identificador único del registro.
- ***FechaCreacion (Datetime, allow nulls)***. Fecha y hora de creación de ese registro.
- ***Prioridad (Int, allow nulls)***. Prioridad de la instrucción y forma de envío.
- ***TimeOut (Datetime, allow nulls)***. Caducidad del registro.
- ***Sistema (Varchar-50, allow nulls)***. Destinatario de la orden.

- ***TipoDispositivo (Varchar-50, allow nulls)***. Elemento de control o dispositivo al que va dirigida la orden.
- ***Tarjetas (Varchar-50, allow nulls)***. Identificador del equipo remoto del que procede o al que va dirigida la orden.
- ***Puertos (Varchar-50, allow nulls)***. Conexión correspondiente al elemento de control o dispositivo.
- ***Codigo (Varchar-30- allow nulls)***. Denominación de la orden.
- ***Datos (Varchar-200- allow nulls)***. Parámetros asociados a la orden.
- ***Ack (Int allow nulls)***. Código que indica el estado de evolución de la orden.

3.88.4.10.2. Órdenes de la tabla de intercambio

En el anejo X se recogen todas las órdenes y parámetros asociados que se podrán utilizar en la tabla de intercambio. Tanto las órdenes como sus parámetros serán conocidos por el frontal de comunicaciones para poder transmitir las correspondientes instrucciones a los terminales remotos y que estos serán capaces de ejecutar.

3.88.4.10.3. Prioridades de las órdenes

Se gestionarán las órdenes según una determinada prioridad indicada en uno de los campos de la tabla de intercambio.

Dependiendo de la prioridad el sistema podrá gestionar de una manera u otra el envío de datos en ambos sentidos de la comunicación.

Prioridad	Descripción	Intervalo	Prioridad sustitutiva por defecto
0	Envío cuando exista conexión	0 al 9	0
10	Forzar comunicación en el día y envío cuando se produzca conexión	10 al 19	0
20	Forzar comunicación inmediata y envío en esa conexión	20 al 29	10
30	Envío por mensaje SMS	30 al 39	20
40	Envío por mensaje SMS y forzar comunicación en ese día	40 al 49	30
50	Envío por mensaje SMS y confirmar con mensaje SMS	50 al 59	40

60	Llamada directa	60 al 69	50
70	Envío de datos almacenados en el frontal	70 al 79	0

Todo mensaje SMS que se envíe en cualquiera de los dos sentidos se confirmará cuando se produzca una comunicación entre la remota y el centro de control. No se dará ninguna información como enviada mientras no se confirme de esta manera.

El campo prioridad, que se rellenará por parte del programa de gestión, será analizado por el frontal para el envío organizado de información.

El nivel de prioridad se organiza de esta forma para posibles ampliaciones de prioridades de envío.

A continuación, son detallados los distintos niveles básicos de prioridad de envío:

- <u>0. Envío cuando exista conexión</u>
  Cuando la prioridad es 0 las entradas en la tabla de intercambio se almacenarán, por parte del frontal, esperando a que se produzca una comunicación de la remota con el centro de control.

- <u>10. Forzar comunicación en el día y envío cuando se produzca conexión</u>
  Esta prioridad está orientada a las configuraciones de comunicación GSM con frecuencia de comunicación menor a la diaria, de tal manera que se enviará un mensaje SMS a la remota forzando a que establezca la comunicación, a la hora prefijada en la configuración de la remota, le toque comunicar ese día o no. Cuando se produzca la comunicación se procederá al intercambio de la información.

  Únicamente se mandará un mensaje a la remota coincidiendo con la primera entrada en la tabla de intercambio con esta prioridad y hasta la siguiente comunicación.

- <u>20. Forzar comunicación inmediata y envío en esa conexión</u>
  Si la prioridad se establece con un valor 20 se mandará un mensaje SMS para que en el momento en que lo reciba la remota se ponga en contacto

con el centro de control. Cuando se produzca esta comunicación se hará el intercambio de información.

- 30. Envío por mensaje SMS

  Para la prioridad de valor 30 el envío será por mensaje SMS. El frontal se encargará de concatenar los mensajes que lleguen en un determinado tiempo después del cual mandará el mensaje completo.

  La confirmación de este mensaje se hará cuando se produzca la siguiente comunicación con el centro de control.

- 40. Envío por mensaje SMS y forzar comunicación en ese día

  Con prioridad 40 se enviará la información (concatenando de manera similar a la anterior) vía mensaje SMS y se incluirá un aviso a la remota para forzar la comunicación a la hora configurada. Cuando se establezca la comunicación se confirmará el mensaje enviado.

- 50. Envío por mensaje SMS y confirmar con mensaje SMS

  Cuando la prioridad sea 50 se enviará la información (concatenando de manera similar a la anterior) vía mensaje SMS y se solicitará una confirmación vía mensaje SMS por parte de la remota. Cuando se establezca comunicación con el centro de control se procederá a confirmar ambos mensajes.

- 60. Llamada directa

  Si la prioridad es 60 se hará una llamada directamente del centro de control a la remota para hacer el intercambio de la información por parte de ambos. Para este tipo de prioridades tendrá que haber un estado de escucha continua por parte de la remota.

- 70. Envío de datos almacenados en el frontal

  Para un valor de prioridad 70 el dato será procesado por el frontal, respondiendo con la última información que este ha registrado de la remota. Bajo esta prioridad, el frontal responderá únicamente a peticiones de lecturas; para el caso del resto de órdenes, estas serán gestionadas como si se tratara de un envío con prioridad 0.

Los valores intermedios entre estas prioridades, valores entre 0 y 9 y sucesivos, se podrán utilizar y se entenderán con la misma descripción que la de cabecera, teniendo que ordenarlos de mayor a menor a la hora de mandar los códigos a las remotas. Por ejemplo, primero se enviarán a la remota las órdenes con prioridad 9, después las de prioridad 8 y así sucesivamente hasta llegar a la prioridad 0.

Cualquier información pendiente deberá enviarse a las remotas en la siguiente comunicación, tenga la prioridad que tenga, salvo que se haya superado el tiempo del timeout.

3.88.4.10.4. Estado de evolución de las órdenes: Códigos ACK

La siguiente tabla detalla los diferentes códigos ACK a ser procesados:

Código	Significado	Respuesta
0	Registro procesado por el frontal	Frontal
1	Fallo al procesar la orden	Frontal
2	Tarjeta no dada de alta en frontal	Frontal
3	Operación no reconocida	Frontal
4	Operación no necesaria	Frontal
6	Operación realizada correctamente	Tarjeta
8	Dispositivo no configurado o no activo	Tarjeta
9	Direccionamiento incorrecto (código sensor incorrecto)	Frontal
11	Incongruencia en fechas de riego	Frontal
12	Riego en proceso	Tarjeta
13	D.F. Calorimétrico: $T_{estabilización}+T_{WARMUP} \geq T_{entre\ lecturas}$	Tarjeta
14	Fecha inicio riego menor que la de la tarjeta	Tarjeta
15	Conexión errónea en la remota	Tarjeta
16	La cadencia de riego no está soportada	Frontal
18	Riego solapado	Tarjeta
19	No existe riego en curso	Tarjeta
20	Dispositivo asociado a la orden no configurado	Tarjeta
21	El riego no se enviará a la remota (dos programas de riego con el mismo ID)	Frontal
26	Parámetro perteneciente a otra remota al darla de alta	Frontal
48	Agotado timeout	Frontal

Al enviar una orden a la tabla de intercambio será insertado «NULL» en el campo ACK; una vez que el registro ha sido procesado por el frontal se modificará insertando el ACK correspondiente una sola vez, respondiendo en una trama diferente en el campo ACK en el caso en que la orden haya sido aceptada o rechazada. La única excepción a este proceso es el ACK 48, que sustituirá al ACK 0 cuando haya pasado el tiempo de timeout sin comunicar la orden a la remota.

En caso de envío de configuraciones, programas de riego y borrado de estos se insertará además en el campo dato el ID de registro al que se hace referencia una vez procesadas las órdenes.

3.88.4.10.5. Descripción de los códigos ACK

- ACK 0: respuesta del frontal que indica que la orden ha sido procesada correctamente.

- ACK 1: respuesta del frontal que indica que la orden no es reconocida por estar mal direccionada, por carecer de algún parámetro o poque el elemento de control no está configurado y por tanto no es procesada, orden desconocida o trama incompleta.

- ACK 2: respuesta del frontal que indica que la tarjeta no está dada de alta.

- ACK 3: respuesta del frontal ante una orden desconocida; esa orden no existe para ese modelo de remota.

- ACK4: el frontal no procesa la operación porque no es necesaria, bien porque esa orden se ejecuta por defecto o bien porque procesa otra orden similar.

- ACK 6: respuesta que indica que la orden ha sido recibida correctamente por la remota. Operación realizada.

- ACK 8: respuesta de la tarjeta que indica que el dispositivo no está en estado activo o bien no se ha configurado.

- ACK 9: respuesta del frontal que indica error en el puerto o puerto inexistente.

- ACK 11: respuesta del frontal que indica que la fecha de inicio del riego es posterior a la de fin.

- ACK 12: respuesta de la tarjeta que indica riego en curso.

- ACK 13: el tiempo de estabilización del detector de flujo calorimétrico más el tiempo de warmup es mayor que el tiempo entre lecturas del sensor.

- ACK 14: respuesta de la tarjeta que indica que el reloj de la tarjeta tiene fecha posterior a la fecha de inicio del programa de riego.

- ACK 15: respuesta de la tarjeta que indica que no existe correspondencia entre la tarjeta que se indica en el sistema y la que realmente hay en campo.

- ACK 16: respuesta del frontal que indica que la duración de la cadencia es menor que la duración del ciclo de riego en un riego cíclico.

- ACK 18: no se enviará el riego al equipo porque existe otro riego de diferente ID y se solapan.

- ACK 19: no se puede modificar el riego porque no está en curso.

- ACK 20: no se puede enviar la configuración porque es dependiente de otra trama no configurada.

- ACK 21: El riego no se enviará al equipo. Se han programado dos o más programas de riego con el mismo ID, los cuales no han sido enviados aún a la tarjeta. La remota ejecutará el último enviado y devolverá un ACK 21 en los anteriores, de forma que no lleguen a enviarse.

- ACK 26: Al dar de alta una tarjeta en el frontal o cambiar algún parámetro en un equipo, existe algún parámetro (conexión, nombre del equipo o número de teléfono) que pertenece a otra tarjeta.

- ACK 48: respuesta del frontal que indica que el tiempo de espera de respuesta ha superado el timeout.

Además de los citados, se dispondrá de unos intervalos de números indicados por la dirección de obra, que no coincidan con los anteriores, destinados a códigos ACK propios de cada fabricante, que serán superiores a ACK 100 y que se podrán utilizar para labores de depuración.

3.88.4.10.6. Dispositivos a los que van dirigidas las órdenes

A continuación, se enumeran los distintos elementos de control a tener en cuenta, los cuales tienen asociados una serie de órdenes, definidas en el anejo x. Estas órdenes pueden ir dirigidas a «Campo», en el caso de órdenes enviadas desde el programa de gestión hacia el frontal de comunicaciones y la remota, o bien a «Sistema», en cuyo caso son procesadas por el frontal e insertadas en la tabla de intercambio. Estas órdenes derivan en instrucciones que han de ser gestionadas de manera eficiente por la remota de telecontrol.

- Dispositivo ALIMENTACIÓN, correspondiente a la alimentación de la tarjeta.
- Dispositivo CONTADOR, referente al elemento de control contador.
- Dispositivo DETFLUJOTAN, elemento de control detector de flujo tangencial.
- Dispositivo DETFLUJOCAL, elemento de control detector de flujo calorimétrico.
- Dispositivo DETPOSICION, referente al sensor detector de posición.
- Dispositivo INTRUSION, correspondiente al detector de intrusión.
- Dispositivo MODEM, referente al módem de la tarjeta.
- Dispositivo PRESOSECUND, elemento de control presostato secundario.
- Dispositivo PRESOSTATO, elemento de control presostato.
- Dispositivo SOLENOIDE, correspondiente al solenoide.
- Dispositivo TARJETA, referente a órdenes propias de la remota.
- Dispositivo TRANSPRESION, elemento de control transductor de presión.

La implementación de la tabla de intercambio universal viene definida en el anejo X del presente pliego de prescripciones técnicas.

3.88.5. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

3.88.5.1. GESTIÓN DE LA CALIDAD

La calidad de los distintos componentes deberá ser asegurada mediante un sistema de control de las materias primas y del proceso de fabricación que garantice el cumplimiento de las prescripciones técnicas de las normas de referencia utilizadas para la producción de los mismos y los requisitos establecidos en los apartados anteriores.

El fabricante deberá disponer de un Sistema de Gestión de Calidad que esté certificado según la norma UNE-EN ISO 9001:2015 «Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001:2015)» por organismo de certificación acreditado.

El fabricante deberá disponer de un Sistema de Gestión Medioambiental certificado por un organismo certificador acreditado según la norma UNE-EN ISO 14001:2015 «Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. (ISO 14001:2015)».

El promotor podrá realizar los ensayos y/o comprobaciones que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el promotor realizase ensayos o comprobaciones sobre elementos seleccionados y estos no cumpliesen con las especificaciones exigidas en el pliego y cuadro de unidades de la misma, el coste de la realización de los mismos correrá por cuenta del adjudicatario. También correrá por cuenta del adjudicatario la reposición de los elementos objeto de ensayo por otros nuevos con las mismas características de los respuestos.

Se podrá solicitar la documentación que permita verificar el cumplimiento de los estándares mínimos de calidad especificados en los apartados anteriores y que será la siguiente:

1. Certificado de producto emitido por empresa certificadora acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para la norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.
2. Certificado de producto emitido por empresa certificadora no acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para la

norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.

Los organismos de acreditación deberán ser conformes a lo establecido en la norma UNE-EN ISO/IEC 17011:2017 «Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos de acreditación que realizan la acreditación de organismos de evaluación de la conformidad. (ISO/IEC 17011:2017)».

Los organismos que actúen como entidades certificadoras o laboratorios de ensayo deberán ser conformes a lo establecido en las normas UNE-EN ISO/IEC 17065:2012 «Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios. (ISO/IEC 17065:2012)»; UNE-EN ISO/IEC 17021-1:2015 «Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión. Parte 1: Requisitos. (ISO/IEC 17021-1:2015)», y UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 (versión corregida en fecha 2018-05-09) «Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. (ISO/IEC 17025:2017)».

El/los laboratorio/s que hayan realizado los ensayos requeridos deberá/n estar incluido/s en uno o varios de los siguientes niveles:

1. Laboratorio certificado con UNE-EN ISO 9001 por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente, o laboratorio acreditado por ENAC con UNE-EN ISO/IEC 17025, para la realización de los ensayos requeridos. Deberán aportarse los certificados correspondientes, en el caso de que así se requiera.

2. Laboratorio con sistemas UNE-EN ISO 9001 o UNE-EN ISO/IEC 17025 para la realización de los ensayos requeridos, implantados o mantenidos, pero no certificados o acreditados, respectivamente. La implantación de dichos sistemas deberá estar verificada por entidad certificadora de control de calidad, independiente del laboratorio. En el caso de que se requiera deberá documentarse dicha implantación.

3. Laboratorio que cumpla los siguientes requisitos:

- Sistema de aseguramiento interno: disponen de una organización interna de los servicios, de sistemáticas de control de los equipos y de métodos de ensayo/calibración, como garantía de los resultados.
- Trazabilidad: disponen de control de la trazabilidad de sus medidas, mediante planes de calibración y la realización de intercomparaciones con otros laboratorios.
- Disponen de procedimientos documentados o normas para la prestación de servicio a los clientes.

En el caso de que así sea requerido, a efectos del caso (3) deberá aportarse la siguiente documentación a fin de comprobar los requisitos anteriores:

- Organigrama con funciones definidas, cualificación y experiencia personal.
- Manual de calidad.
- Procedimientos o normas de descripción de los ensayos solicitados en la normativa de aplicación.
- Procedimiento predefinido de elaboración y contenido de los informes de ensayo.
- Planes de mantenimiento y calibración de equipos.
- Certificados de calibración de equipos por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente.
- Plan de intercomparacion con otros laboratorios o entidades de reconocido prestigio, en caso de disponerse los mismos.
- Resumen de la sistemática general de aseguramiento de la trazabilidad de las medidas de laboratorio.
- Referencias de ensayos realizados en los cinco últimos años. Deberá acreditarse la realización de al menos 3 ensayos de similares características.
- Inscripción en cualquier relación de organismos reconocidos de ámbito internacional, nacional, autonómico o local.

Tanto en los certificados como en los informes de ensayos se deberá demostrar la trazabilidad del producto a que se hace referencia, así como la identificación del fabricante tanto en las muestras como en la documentación.

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de autocontrol que garantice la calidad del producto acabado y suministrado.

El promotor podrá solicitar el Manual de Control de Calidad del fabricante y en el mismo deberán señalarse las normas oficiales de ensayos que se apliquen, o en otro caso incluirse la descripción detallada de los métodos de ensayo utilizados.

En el caso de que los materiales suministrados no tuvieran certificado de calidad, el fabricante se obliga a someterlos a los ensayos y pruebas que sean necesarios, a criterio de la dirección de obra, para asegurar su calidad.

3.88.5.2. CONTROL DE CALIDAD

El promotor podrá realizar los ensayos y/o comprobaciones que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el promotor realizase ensayos o comprobaciones sobre elementos seleccionados y estos no cumpliesen con las especificaciones exigidas en el pliego y cuadro de unidades de la misma, el coste de la realización de los mismos correrá por cuenta del adjudicatario, así como la reposición de los elementos objeto de ensayo por otros nuevos, con las características de los mismos.

3.88.5.2.1. Interoperabilidad

La implementación se verificará mediante los ensayos definidos en el Anexo D «Protocolo de ensayos» de la norma UNE 318002-3.

3.88.5.2.2. Sistemas de telecontrol

La implementación se verificará mediante los ensayos definidos en el protocolo PNT.200.01 «Protocolo de pruebas de sistema de control de regadíos» incluido en el anejo X del presente pliego de prescripciones técnicas.

3.88.5.3. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

3.88.5.3.1. Instrumentación

La instrumentación ocupa un capítulo propio en la puesta en marcha debido a su especial importancia.

Todas las comprobaciones que afecten a instrumentos que forman parte de circuitos eléctricos deben haberse realizado antes de las pruebas en funcionamiento manual. La instrumentación de regulación vinculada al funcionamiento en automático puede revisarse en la misma fase o, en todo caso, antes de la puesta en marcha del automatismo.

Las comprobaciones sobre los instrumentos de regulación y seguridad verificarán que estos se han instalado correctamente y en el correspondiente picaje o derivación, según plano de ejecución, para obtener la funcionalidad deseada. Se seguirán las prescripciones de instalación del fabricante con el objetivo de asegurar el buen funcionamiento, la precisión y la estabilidad de las medidas. Normalmente se colocan:

- Presostatos de presión máxima en los colectores de impulsión.
- Presostatos de presión mínima en los colectores de aspiración.
- Boyas de máximo/mínimo instaladas en la captación. Normalmente se colocará también una boya de máximo en el punto de entrega siempre que este sea un depósito o balsa.
- Nivel en la captación. En algunos diseños podrá encontrarse adicionalmente en el punto de entrega, si este fuese un depósito o balsa.
- Transductor de presión en el colector de impulsión para regulación del bombeo y en el colector de aspiración para medida indirecta del nivel en la captación en sistemas en carga.
- Caudalímetro de conducción forzada para regulación en el colector de impulsión. En su defecto podrán emplearse totalizadores con el objeto de determinar volúmenes impulsados pero normalmente sin fines de regulación.
- Caudalímetro de conducción abierta para regulación en canales.
- Otra instrumentación: manómetros, medidores de pH, conductímetros, etc.

El buen funcionamiento de la instrumentación es de importancia crítica para el funcionamiento del sistema en términos de regulación (niveles, transductores y caudalímetros) y seguridad (boyas y presostatos). Las labores de parametrización pueden realizarse en taller, pero debe comprobarse *in situ*. El tarado se realizará siempre *in situ* y de acuerdo a los valores normales esperados.

3.88.5.3.2. Puesta en marcha de automatismos en estaciones de bombeo

Una vez se disponga de suministro eléctrico convencional, estén disponibles todos los elementos hidráulicos y se disponga de agua de forma efectiva, se podrá proceder a la puesta en marcha de la estación de bombeo.

Para la puesta en marcha de la automatización (modo de funcionamiento automático) se establece otra condición previa: deben haberse realizado todas las comprobaciones pertinentes en el modo manual (bomba a bomba) para asegurar que:

- Las conexiones son correctas (sentidos de giro de los motores, consumos, etc.).
- Se han ajustado correctamente las protecciones eléctricas.
- Existe correspondencia física efectiva entre un receptor y su circuito de protección y mando.
- Los valores indicados por los instrumentos eléctricos son correctos.
- Las medidas de seguridad planteadas, y que forman parte de la lógica cableada, funcionan correctamente y se consigue la actuación de los equipos en condiciones de certidumbre y seguridad.
- Los enclavamientos críticos internos y los paros de emergencia programados funcionan de acuerdo a las necesidades que llevaron a su especificación.

Una vez verificado el funcionamiento en modo manual, asegurando la integridad de los equipos y las personas, y habiendo descargado el programa sobre el autómata, se procederá a la prueba de la instalación en modo automático en dos fases diferenciadas:

- Puesta en marcha local
- Puesta en marcha remota

3.88.5.3.2.1. Regulación en estaciones de inyección a red

La regulación de una estación elevadora de una estación de inyección a red corresponde a un modelo clásico ampliamente utilizado en sistemas de riego según el cual los arranques y paradas de los grupos motobomba se realiza mediante consignas de caudal y presión. A una curva resistente conocida, por ser la propia de la instalación, se le puede asociar una ecuación cuadrática de parámetros conocidos y un fraccionamiento de caudales previsto a nivel teórico.

La estación debe abastecer los caudales demandados por la red de riego y mantener la presión en los niveles consignados para lograr las condiciones adecuadas para efectuar un riego eficiente. Para ello es habitual el fraccionamiento de caudales (arranque/paro de bombas) y la regulación de velocidad de una o más motobombas.

- Variación de velocidad. El cambio de velocidad en las bombas accionadas por variador desplaza la curva característica de la bomba de modo continuo para lograr así un ajuste permanente a la curva resistente de la red. Si el variador es capaz de mantener la curva de la bomba sobre el punto de funcionamiento, la eficiencia de la operación podrá ser elevada, ya que la potencia necesaria es función de presión y caudal. Cuando no se alcanza el punto de funcionamiento para un caudal dado (velocidad máxima) o se supera (velocidad mínima) entra en juego el fraccionamiento de caudales. En todo caso, las bombas con regulación de velocidad son los equipos que más eficientemente trabajan en puntos de funcionamiento situados en los intervalos de caudal definidos en el fraccionamiento que dimensiona la estación.
- Arranque de bombas. La apertura de hidrantes conlleva un aumento de caudal demandado y una caída de presión que sigue la curva característica de la suma de bombas que en ese momento opere. Si las bombas con regulación llegan a su velocidad máxima, para mantener la presión será necesario arrancar una nueva bomba.
- Paro de bombas. Una disminución del consumo o cierre de hidrantes supone una disminución de caudal y el incremento de la altura de elevación. La búsqueda del punto de funcionamiento lleva a reducir la velocidad y, en caso de que con ello no baste, a la parada de bombas activas.

Para que los grupos motobomba funcionen siempre con el mayor rendimiento posible, de acuerdo a la demanda de presión y caudal, el autómata gestiona el arranque, la parada y el régimen de funcionamiento de los motores con regulación de velocidad. La medida de la presión y caudal en la impulsión será utilizada por la unidad de control para, comparando los valores registrados con los consignados a partir de la curva del sistema (ya sean de presión o de caudal), reducir hasta el óptimo la diferencia entre ellos.

Así, el motor provisto de variador aumenta la velocidad de este cuando la presión/caudal desciende/asciende, procediendo a la inversa en el caso contrario. Cuando se alcanza la velocidad nominal del motor, si la presión desciende o el caudal aumenta, se arranca una nueva bomba. El variador impone la mínima velocidad de giro al motor accionado por este continuando el ciclo de vigilancia de presión/caudal hasta llegar a su máxima velocidad, en cuyo caso, nuevas variaciones significarían el arranque progresivo de más bombas. Por contra, el aumento de presión o la disminución del caudal conllevarán la parada progresiva de las bombas. Este paro se realizará en base a las horas de funcionamiento de cada bomba, parándose primero las que no regulen y lleven más horas activas.

Para comprobar la regulación en una estación de estas características, si se dispone de bypass en la impulsión se puede simular una red de hidrantes. Si no existe *bypass* habrá que emplear directamente los hidrantes. Modificando la apertura de la válvula del *bypass*, con la impulsión fuera de servicio, se modifica la curva resistente del sistema. A mayor apertura, más cae la presión antes de la válvula y más caudal se demanda. Si el sistema está en carga, la presión o el caudal de consigna que hace arrancar a la primera de las bombas será superior/inferior al valor que se está capturando en el colector. La prueba, ya sea con el *bypass* o abriendo hidrantes manualmente o mediante el telecontrol, debe hacerse para todo el rango de caudales para el que se ha diseñado la estación.

Es recomendable que, en caso de realizar una primera aproximación al funcionamiento de la regulación mediante el *bypass*, se realice la prueba definitiva sobre la instalación real antes del inicio de la primera temporada de riego. Se buscarán para ello los puntos característicos de la red para facilitar la operación colectiva.

3.88.5.3.2.2. Regulación en estaciones de bombeo a balsa

Otros métodos de regulación que pueden emplearse son las programaciones horarias y por niveles en captación o en destino, en estaciones de impulsión a balsa. Estas necesidades de regulación están ligadas al coste energético asociado a la operación de impulsión. Una regulación mixta de bombeo a balsa será aquella que integre como variables de funcionamiento las horas disponibles de funcionamiento y los niveles en captación y/o destino. El autómata, con el algoritmo adecuado, puede decidir cuantos equipos deben activarse y cómo. Si el objetivo es llenar la balsa, y se dispone de un número limitado de horas, en base al nivel de esta y teniendo en cuenta el limitante impuesto por la captación, el autómata decidirá cual es la configuración óptima de arranques/paradas.

El empleo de sensores de nivel permite también una programación por niveles pura. Así, mediante medida de nivel en destino, se producirá la parada ordenada de los grupos de bombeo según se vayan alcanzando los niveles parametrizados. El nivel marcará el momento en que debe producirse la parada de una determinada bomba y hasta qué punto pueden continuar trabajando otros grupos. El mismo concepto es aplicable en captación. Asimismo, esta programación no permitirá el arranque de una bomba por debajo del nivel mínimo que tenga consignado como de actuación.

Para simular todos los aspectos descritos y comprobar el buen funcionamiento de la programación asociada, basta con simular las señales de nivel y consignar el número de horas disponibles o el periodo horario donde el bombeo está habilitado. Verificando cuál es el caudal que se impulsa para cada nivel posible, se puede estimar el tiempo entre niveles y, agregándolos todos, el tiempo total que se empleará para el llenado.

3.88.5.3.2.3. Puesta en marcha local

Durante la fase de puesta en marcha del automatismo en modo local se testeará y monitorizará el correcto funcionamiento de los elementos de control y la bondad de su programación. Los medios de los que se dispondrá habitualmente para todas las comprobaciones serán:

- Puerto de comunicaciones del autómata.
- Pantalla de control local (HMI).

El puerto de comunicaciones del autómata es una herramienta muy útil para acceder a la programación durante su ejecución y que permite comprobar el comportamiento de esta y los valores y estados de las entradas y las salidas que intervienen. Es importante verificar que los valores que captura el PLC se corresponden con los reales y para eso es necesario disponer de otros medios de medida/comprobación. Verificando que la lectura de una medida que forma parte de un subproceso de la programación es válida se pueden descartar causas si se produce un comportamiento inesperado al ejecutarse este. Comprobar la validez del valor capturado por las entradas, ya sean analógicas o digitales, asociadas a sensores y elementos de señalización eléctrica que forman parte de un proceso de regulación o de información descartará que, en caso de que no se alcance el resultado esperado, el origen del fallo pueda estar en este o en su conexión. El siguiente paso lógico será la revisión de la programación para detectar los fallos y/o los parámetros que requieren un reajuste.

En la pantalla de control local se dispone habitualmente de un programa con la representación sinóptica de la instalación y vínculos al programa del autómata para mostrar el estado de todos sus elementos y los valores de los parámetros de funcionamiento (hidráulicos, energéticos, etc.). Las comprobaciones a realizar son las mismas que las indicadas en el punto anterior. Para habilitar el modo de funcionamiento automático en local normalmente la pantalla dispondrá de menú para la modificación de los parámetros de consigna vinculados, así como ciertos umbrales de aviso o alarma que se anticipan al disparo de las protecciones eléctricas. Del mismo modo que se revisaba la correcta captura de las entradas es necesario asegurar que un cambio en una consigna en la pantalla se traduce en el cambio inmediato de la misma consigna en la programación del autómata. Se podrá comprobar así el buen funcionamiento del interfaz de comunicaciones entre autómata y HMI, así como el vinculado entre sus programas.

Con ajuste a las necesidades de la instalación, y asegurando su absoluta correspondencia con lo mostrado en la pantalla, se probarán todas las funcionalidades del modo de funcionamiento automático, incluyendo:

- Paro/arranque según condiciones consignadas (hidráulicas, horarias, energéticas, etc.) y comportamiento de la estación cuando estas se modifican.

- Tiempos entre maniobras (arranque de dos equipos, tiempos entre arranques, etc.).
- Comportamiento coordinado con fines de regulación y homogeneización de uso.
- Operativa de funcionamiento con señales transmitidas y alarmas calculadas.
- Reconocimiento completo del estado de todos los elementos de la estación, incluidas las alarmas con protección mediante lógica cableada, independientemente de que el modo de funcionamiento sea automático o manual.
- Captura de datos de funcionamiento general desde instrumentación eléctrica.

Puesto que los elementos críticos para la seguridad y algunos enclavamientos forman parte del funcionamiento manual y del automático, estos no realizan su función a través del autómata. Boyas, presostatos, sondas de temperatura y demás instrumentación de seguridad forman parte de la lógica cableada de los circuitos de mando de los elementos para los que un cambio de estado en estos captadores suponga alguna clase de riesgo. Aunque las medidas de seguridad funcionen correctamente, el sistema de automatización y telecontrol debe disponer siempre de una correcta identificación del estado de todos sus elementos por lo que el autómata debe conocer permanentemente su estado. Que todos los posibles estados sean conocidos aportará un diferencial de calidad en la información que se muestra tanto en el HMI como a nivel remoto. En caso contrario el sistema de automatización no sería lo suficientemente estable y fiable.

Se probarán uno a uno todos los enclavamientos (internos y externos) en modo automático y se ajustarán, si existen, todos los lazos de regulación. Para ello se diseñarán pruebas específicas a nivel de protocolo indicando en este el resultado esperado y el resultado obtenido. En caso de que no exista coincidencia será necesaria la revisión de la programación hasta lograrlo.

Como las señales digitales de entrada al PLC, asociadas a los procesos discretos de paro/arranque, normalmente provienen de instrumentos y circuitos eléctricos que han tenido que ser cableados y montados es recomendable probar la señal en su conjunto forzando el cambio de estado. En aquellos casos donde el forzado pueda significar peligro físico para el equipo bastará con su simulación con la instrumentación eléctrica adecuada.

Las señales de paro de emergencia son aquellas que ocasionan paros bruscos del sistema para proteger la integridad de los equipos que lo forman. Habitualmente forman parte de los circuitos de mando o directamente seccionan la alimentación eléctrica del receptor, por lo que el PLC se limitará a capturarlas e identificarlas, informando al control remoto y mostrándose en el HMI. Los paros de emergencia más habituales son:

- Fallo de protecciones eléctricas (magnetotérmicos, diferenciales, actuadores, etc.). Se comprobará que todas las posibles alarmas se capturan e identifican correctamente.
- Fallo en el arranque/parada de un receptor. Si el autómata no recibe señal de confirmación de que el motor se ha arrancado o parado, para evitar un posible estado desconocido se genera una alarma. Se puede forzar el fallo inhabilitando la entrada de confirmación de marcha/paro para observar el comportamiento de la automatización ante el fallo.
- Nivel mínimo en balsa/depósito de captación. Se fuerza la boya y se espera el paro por lógica cableada con el correspondiente mensaje de alarma.
- Disparo de presostato de mínima en tubería de aspiración. Cerrando la válvula de aspiración en sistemas en carga se podría forzar el disparo del presostato de mínima. Al implicar el forzado la puesta en riesgo de la bomba (cavitación) esta comprobación solo es recomendable si se conoce con precisión el valor de presión mínimo en aspiración durante el funcionamiento normal.
- Disparo de presostato de máxima en tubería de impulsión. Cerrando la válvula de impulsión se puede forzar el disparo del presostato, deteniendo la línea de bombeo afectada (lógica cableada) con el correspondiente mensaje de alarma.

La instrumentación para detección de situaciones de emergencia (boyas y presostatos) tiene que tararse atendiendo a las necesidades concretas de cada estación, modificándose así los resguardos de seguridad empleados.

Cuando la potencia del receptor es elevada, su actuador, siempre que sea un equipo electrónico, dispone de funciones internas de alarma que protegen el motor al cual se asocian (subcarga, sobrecarga, etc.), lográndose así una protección redundante.

Existe otro gran conjunto de señales no asociadas a paros bruscos pero sí a situaciones de seguridad para las que se puede asumir un paro/arranque ordenado de la estación y a estados de funcionamiento normales donde es el autómata el que determina los escalones de arranque/paro. Este conjunto de señales incluye:

- Paro/arranque ordenado por señal externa asociada. Se establecen ciertas relaciones entre instalaciones que puede inhabilitar/habilitar el funcionamiento de sus asociadas. Una señal de máximo (por boya o medida de nivel en continuo) en una balsa o depósito de recepción o una señal de fallo de suministro pueden inhabilitar la marcha de otras infraestructuras del sistema. Esas señales serán normalmente capturadas por otro autómata y transmitidas al de la infraestructura asociada, formando parte del conjunto de señales de su programa. Del mismo modo, superado un umbral de valor mínimo en recepción o un máximo en captación, el funcionamiento en automático podría habilitar el arranque de las bombas en modo normal. Fácilmente forzables.
  Paro por señal calculada. La capacidad de cálculo y operación de un autómata industrial permite la detección de fallos o alarmas en base a valores medidos en continuo. Así, se puede establecer una alarma por rotura de tubería cuando en base a señales analógicas de presión (transductor de presión) y caudal (caudalímetro) el PLC detecte variaciones bruscas en tiempos cortos según se consigne en su programación. Si se detecta una alarma de estas características, el PLC comandará una parada ordenada (escalonada) de la estación, llevando todos los elementos a una posición conocida de reposo. Simulando la/s medida/s analógica/s que generan la alarma calculada, se podrá verificar que el comportamiento de la estación es satisfactorio.
- Paro por pérdida de PLC. Si la estación de bombeo está funcionando en modo automático y el circuito de alimentación del PLC falla, se dispone de un sistema de alimentación supletoria para que, antes de que el autómata se apague completamente, la estación pueda alcanzar un estado estable y conocido. Simulando la pérdida de alimentación en el PLC se puede verificar que el comportamiento de la estación es el esperado.

Habitualmente las medidas en continuo de determinados parámetros se emplean en la regulación de las estaciones para organizar los paros/arranques necesarios en función de variables consignadas estableciéndose así procesos automáticos de funcionamiento (lazo cerrado). La instrumentación de seguridad, en cambio, se emplea como umbral límite en caso de que, o se funcione en modo manual

o el programa del autómata no funcione correctamente (ya sea por fallos o por cambios en las consignas). Así, la medida en continuo de uno o varios parámetros permite al autómata gestionar el funcionamiento del conjunto, operando de forma secuencial según los valores umbral y buscando siempre los valores consignados. Las formas de regulación más habituales serán las siguientes.

- Número de grupos arrancados/parados en función del nivel en continuo en la captación.
- Número de grupos arrancados/parados en función del nivel en continuo en el punto de recepción.
- Número de grupos arrancados/parados y régimen de vueltas de los receptores accionados por variador de frecuencia en función de la medida en continuo de presión y caudal en impulsión.

Todas las formas de regulación incluidas en la programación de una estación deben ser comprobadas empíricamente durante la puesta en marcha.

La validación de los valores umbral y de los valores de consigna mediante su forzado es imprescindible para comprobar el correcto comportamiento de la estación en automático, certificándose el cierre del lazo de forma adecuada.

El programa del autómata se diseña para que este, en base a una serie de datos historizados, decida cuál es el receptor a arrancar/parar y cómo se produce la rotación de estos con objeto de homogeneizar desgastes con fines de mantenimiento. Normalmente se empleará para ello una función que integre el número de arranques y las horas de funcionamiento. Para comprobar que el resultado es satisfactorio basta con revisar en el HMI o en el SCADA el número acumulado de arranques y horas de funcionamiento por receptor.

Con fines de explotación y mantenimiento se suele monitorizar de forma continua el correcto funcionamiento de la estación en su conjunto y en particular de los equipos que la componen; el autómata captura señales puramente eléctricas para su historización en local, pero sobretodo en remoto. Los parámetros eléctricos que habitualmente se introducen en históricos son:

- Energía total consumida (kWh). Normalmente capturado por el analizador de redes.

- Factor de potencia de la instalación (cos fi). Normalmente capturado por el analizador de redes.
- Consumo total (A). Normalmente capturado por el analizador de redes.
- Consumo de cada receptor (A). Si se dispone de actuador electrónico, será un valor capturado por este.
- Si existe variación, velocidad de cada receptor (%). Capturado por el variador de velocidad asociado.

Por comparación *in situ* se verificará la correspondencia total entre los valores capturados, primero en el instrumento/equipo encargado (se requieren equipos para realizar medidas eléctricas básicas) y después en el autómata.

Se deben identificar todas las operativas de funcionamiento, las subrutinas que implican y verificar que el resultado de estas se ajusta al esperado, quedando justificada la comprobación por escrito.

3.88.5.3.2.4. Puesta en marcha remota

Testeado, verificado y contrastado el correcto comportamiento en modo automático de la estación en local, así como la captura de datos que realiza el autómata, para finalizar el proceso de puesta en marcha se deben efectuar las mismas comprobaciones en modo remoto. La comprobación remota significa la puesta en marcha del centro de control, ya que para poder realizarla debe estar completamente operativo y configurado todo el *hardware* que lo compone (servidores, clientes, frontales de comunicaciones y sistemas de alimentación ininterrumpida, etc.) y con el *software* de explotación instalado (SCADA, drivers de comunicaciones, etc.).

El modo remoto responde a la capacidad de modificación y supervisión del programa del autómata. Habitualmente habrá un selector físico que permita la puesta de la estación en local o en remoto. Si la estación está en remoto, el programa debe permitir modificar desde el centro de control los valores de consigna para las regulaciones del funcionamiento automático al igual que se haría desde el HMI. De igual modo, y siempre que se haya diseñado así, el modo remoto puede forzar el cambio de estado de estado de determinadas líneas del programa, arrancado/parando los equipos de forma remota. La forma de funcionamiento remoto más recomendable es la que permite variar consignas de funcionamiento, pero no

fuerza el programa del autómata, ya que teóricamente este estará implementado optimizando el funcionamiento conjunto de la estación.

Desde el SCADA (centro de control) se comprobará:

- El sistema de comunicaciones entre la estación y el centro de control funciona correctamente, recibiendo datos y enviando consignas u órdenes. Se evaluará estadísticamente el total de fallo de comunicaciones. Las infraestructuras que se encuentran en estado operativo deben comunicar de forma estable con el centro de control con una tasa de fallos normal para el medio de comunicación que se emplee (radio, cable, GPRS, etc.).
- La captura de todas las señales que se envían a la estación central; parámetros hidráulicos (presión, caudal, nivel, etc.) y de funcionamiento (estados, alarmas y valores historiables). El estado de la estación y sus componentes debe ser conocido en todo momento.
- El cambio de todos los campos consignables, modificando el funcionamiento de la estación ajustándose a las nuevas consignas, asegurando que el funcionamiento sigue siendo el esperado.
- En caso de que el sistema lo permita, se ejecutarán todas las órdenes discretas posibles; aperturas y cierres de válvulas, arranques/paros de motores, etc.
- La respuesta del sistema en caso de modificación de las consignas de arranque y de paro durante la marcha, así como, si procede, el envío y ejecución de programaciones horarias.
- Los sinópticos, menús y pantallas del SCADA se ajustan a las necesidades de la instalación, disponiendo ya la Comunidad de Regantes del interfaz de control definitivo, con los esquemas y las fotografías finales. Al igual que en los HMI se debe verificar la completa correspondencia entre la infraestructura real y su representación en el SCADA.

3.88.5.3.2.5. Resultado de la puesta en marcha.

El resultado de la puesta en marcha será una estación de bombeo totalmente operativa en base al protocolo de puesta en marcha aplicado. Si el protocolo aplicado se ajusta a las necesidades, se habrán comprobado todas las señales, probado los diferentes procesos automáticos y comprobado la correspondencia de estados, tanto en local como en remoto. El resultado final será un listado completo de

comprobaciones con el resultado obtenido conformado en hojas de inspección final/informe de puesta en marcha.

3.88.5.3.3. Sistema de telecontrol de hidrantes

Las comprobaciones a realizar en las pruebas de funcionamiento del sistema se realizarán en tres fases en el orden que se indica a continuación:

- **FASE I: Verificación previa de la instalación**

El objetivo de esta fase es verificar la correcta instalación de todos los elementos del sistema antes de la inmediata puesta en servicio del mismo.

Se pretende comprobar, inmediatamente antes de la puesta en servicio, que los equipos están completos, correctamente instalados y en perfecto estado, y que por tanto se podrán realizar las pruebas de funcionamiento. Para ello se realizará la comprobación visual de la presencia y buen estado de los equipos, así como la verificación de la correcta instalación de los mismos.

- **FASE II: Verificación de la trazabilidad de los elementos del sistema**

El objeto de esta fase de pruebas es el de identificar y corregir las diferencias que puedan existir entre los archivos digitales de soporte del GIS de las obras y la instalación real.

Para verificar la trazabilidad de los elementos se trabajará con el archivo GIS en el que aparecen los siguientes elementos:

Número total de remotas/expansión instaladas.
Número total de hidrantes asociados.
Localización del centro de control y elementos intermedios
Localización de los hidrantes

Se deberán entregar a la dirección de obra los archivos GIS ya cotejados y conformes con la instalación real ejecutada.

- **FASE III: Pruebas de funcionamiento**

En esta fase se pasa a comprobar el correcto funcionamiento de los equipos individuales y de la instalación en su conjunto.

Se realizarán dos tipos de pruebas:

- **Comprobación de funcionamiento local del *hardware* y del *software* del centro de control**

Se arrancarán los equipos comprobando que la alimentación es correcta. Una vez hecho esto, se comprueba que los equipos comunican de forma básica a través de la red local. Si el resultado de estas comprobaciones es satisfactorio, el equipo estará listo para realizar las posteriores pruebas de funcionamiento.

- **Comprobación de funcionamiento del telecontrol de hidrantes y red de alta**

Una vez en funcionamiento los equipos, se realizarán las pruebas del sistema de telecontrol propiamente dicho: ejecución de órdenes discretas, ejecución de programas de riego, lectura de datos, alarmas, etc.

1. Verificación de nivel de batería a pie de remota
2. Verificación de nivel de panel solar (en caso de existir) a pie de remota
3. Ejecución de órdenes de abrir y cerrar desde SCADA y verificación a pie de remota
4. Forzar pulsos a pie de remota y verificación en SCADA
5. Sincronización del contador desde SCADA y verificación
6. Leer la medida analógica que aparece en el SCADA y confirmar que se está midiendo
7. Verificación en el SCADA de las alarmas de la instalación

Todas las pruebas pueden realizarse sin necesidad de que la red de riego se encuentre en servicio a excepción de las pruebas arriba numeradas como 3, 5 y 6:

- Prueba n.º 3: Verificación de la correspondencia de las órdenes de apertura y cierre desde el SCADA con la actuación real de los hidrantes

(que cierre -no abra- cuando se le ordena cerrar; que abra -no cierre- cuando se le ordena abrir). Si la red de riego no está en servicio, solamente se podrá comprobar que el solenoide actúa cuando se le ordena.

- Prueba n.º 5: Verificación de la correspondencia de la lectura del contador en el SCADA con el valor del contador mecánico.

- Prueba n.º 6: Verificación de la lectura de presión en el SCADA.

3.89. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Se mantendrán las características técnicas y calidades mínimas establecidas para todos los materiales de la instalación fotovoltaica definidos en el Anejo nº 6.2 y en el presupuesto.

3.89.1. NORMAS DEL PRODUCTO

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el nuevo
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión del Ministerio de Industria.
- Guía Técnica de aplicación del Reglamento de Baja Tensión.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Resolución de 31 de mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establece el modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de Baja Tensión.

3.89.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

A continuación, se describen los elementos más importantes de la instalación, incluidos en el anejo citado:

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Se instalarán 1.184 módulos fotovoltaicos con las siguientes características en condiciones STC (AM 1.5 1000W/m2 a 25ºC):

- Potencia nominal: 600 Wp.
- Tensión de salida: 1.500 V.
- Rango de temperatura: -40ºC □ 85ºC.
- Tensión en el punto Pmáx-VMP: 34,90 V.
- Corriente en el punto Pmáx-IMP: 17,20 A.
- Tensión en circuito abierto-VOC: 41,30 V.
- Corriente de cortocircuito-ISC: 18,47 A.
- Peso: 31,40 kg.
- Dimensiones: 2.172x1.303x35 mm.
- Tipo de células: Mono cristalino.
- Número de células: 120 [2x(10x6)].
- Eficiencia: 21,20 %.
- Tolerancia de potencia: 0 - 10W.

SEGUIDOR SOLAR

El seguidor solar es el encargado de sustentar los módulos y orientarlos a la posición de máxima radiación. El tipo de seguidor que se empleará será de un eje, en orientación Norte- Sur, fijado al suelo mediante hincas, con dos tipos de perfiles distintos con un tratamiento superficial galvanizado en caliente, 8 perfiles tipo IPE 140, 4 a un lado y 4 al otro, con un perfil central HE-A 140. Sobre cada uno de los perfiles IPE 140 se monta una corona de giro y sobre el perfil HE-A 140 se monta el conjunto motor-reductor. A ambos lados del reductor sale un perfil de sección cuadrada, con un tratamiento superficial galvanizado en caliente, uniendo todas las

coronas, permitiendo transmitir el giro a todo el conjunto. Sobre este perfil se monta la subestructura de aluminio, sobre la que irán fijados los paneles, empleando para este cometido tornillería de acero inoxidable.

Como ya se ha mencionado estos perfiles hincados al terreno dispondrán de una longitud total de 3,8 m, hincando 1,6 m en el terreno, siendo visible el resto, ya que la zona donde van ubicados es una zona inundable, debiendo de respetar como mínimo esa altura.

Las características del seguidor son:

DATOS BÁSICOS	
Tipo de Seguimiento	1-eje
Superficie modular hasta	128 m^2
Max. superficie modular (Ancho x alto)	2 x 11,57 m x 3,4 m
72-Cel. Módulo estándar	64
Certificaciones	CE, UL, CSA
ESTRUCTURA	
Materiales	Acero galvanizado en caliente, aluminio,
Galvanización	EN ISO 1461 o comparable
Tipo de enlace	Conexión atornillada, sin soldadura en el
Certificado de estática	Si
MOTOR	
Principio	Accionamiento rotativo sin
Ángulo Este-Oeste (con	+50°/ -70°
Ángulo Este-Oeste (sin	max. ±55°(Variabilidad ajustable)
Velocidad de giro	18°/min.
Nivel de sonido (sin carga)	50 dB(A)
Índice de protección	IP 55
ELECTRÓNICA & CONTROL	
Tensión de funcionamiento	100 – 240 V AC / 50 – 60 Hz
Corriente de entrada	0,78 A
Control	Tecnología - MLD
Índice de protección	IP 65
CONSUMO DE ENERGÍA (APROX.)	
Modo de control	1 W
Con actuador de	50 W – 336 W
POTENCIA DE SALIDA	
Tensión de salida	24 V DC
Corriente de salida (máx.)	3,1 A en 25 min / 5 A en 10 min / 14 A
CONDICIONES	
Instalación sobre el nivel	max. 2000 m
Temperatura ambiente	-20°C – +50°C
Rango de humedad	5% – 95%
Velocidad de viento	110 km/h
CONDICIONES DEL TERRENO	
Max. inclinación del suelo E	10°
Max. inclinación del suelo N	10°
TOLERANCIA DE HINCADO DE LOS PILARES	
Precisión de hincado con los	Máx. +/- 20 mm
Ángulo de giro del eje	Máx. +/- 5°
Precisión de hincado en	Máx. +/- 10 m

Cada seguidor viene equipado con un sistema de control de inclinación por seguimiento activo con optimización de irradiancia, tipo MLD, al estar evaluando de forma constante la irradiación permite asegurar que los paneles estarán orientados hacia el punto de máxima radiación. Otra ventaja también es que, al no depender de un control central para la orientación, en caso de que falle el sensor sólo se "pierde" el funcionamiento de un seguidor, siguiendo funcionando los otros de forma autónoma.

Se ha previsto la instalación de un total de 74 seguidores.

Cada seguidor incorpora un armario con la electrónica de control, que gestiona por una parte la radiación solar que capta el sensor y por otra, basándose en esta radiación, da las órdenes al motor-reductor. Con objeto de proteger la instalación, en caso de fuerte viento, y que no se produzcan daños a la estructura, se montará un anemómetro que irá cableado a un armario de control y desde este armario de control se llevará una señal mediante un cable de tipo RZ1-K 0,6/1 kV 2x2x0,5 mm2 a los armarios de control de todos los seguidores, para que

llegado el caso actúen en consecuencia.

Para el gobierno de forma manual del conjunto de todos los seguidores, para hacer tareas de mantenimiento, limpieza, etc…, se incorporará otro armario de control equipado con un joystik y cableado mediante la misma manguera descrita en el apartado anterior a todos los armarios de control de los seguidores.

PIRANÓMERO DE RADIACIÓN

Con objeto de conocer la radiación existente y ver el rendimiento del parque solar se ha previsto la instalación de un piranómetro en instalación fija sobre uno de los seguidores. Este equipo será de clase B, según IEC 61724-1:2017, incorporando resistencia anticondensación. Dispondrá de comunicación en Modbus RTU, aportando los valores de radiación y temperatura. Al proporcionar este dato por bus, permite reducir el cableado. Tendrá como mínimo las siguientes características:

Measurand	hemispherical solar radiation
ISO 9060:2018 classification	spectrally flat Class B (first class)
IEC 61724-1:2017 compliance	Class B

Application	• National Meteorological Networks • PV monitoring commercial and utility sca • PV monitoring small sized • meteorology / climatology • other
Heater	Yes
Output	Modbus RS-485
Calibration uncertainty	< 1.8 % (k = 2)
Calibration traceability	to WRR
Spectral range	285 to 3000 x 10^{-9} m
Response time	< 10 s
Zero offset a	5 W/m² unventilated
Rated operating temperature range	-40 to +80 °C
Temperature response	< ± 2 % (-10 to +40 °C)
Heater	1.5 W at 12 VDC
Communication protocol	Modbus over 2-wire RS-485

INVERSOR DE RED

Se instalarán 8 inversores que se encargarán de transformar la electricidad de continua a alterna para alimentar a los consumidores que se tendrán. Sus características principales son las siguientes:

ENTRADA Vcc

- Potencia array recomendada: 83 – 104 kWp.
- Voltaje de entrada máx: 900 V.
- Corriente máxima: 208 A.
- Rango de voltaje de operación de MPPT: 405 - 750V.
- Número de entradas: 4.
- Número de MPPT: 1.

SALIDA Vac

- Potencia nominal: 88 kW.
- Voltaje nominal: 400 V.
- Máxima corriente: 156 A.
- THD: < 3 %.
- Frecuencia: 50 Hz.

EFICIENCIA

- Eficiencia máxima 97,50 %.
- Eficiencia europea 96,20 %.

PROTECCIONES

- Protección anti-isla con desconexión automática.
- Inversión de polaridad.
- Aislamiento galvánico entre el lado de CC y de CA.
- Cortocircuitos de salida y sobrecargas.
- Fallos de aislamiento.
- Interruptor de CC.
- Protección contra sobrecorriente de DC Tipo II.
- Protección contra sobrecorriente de AC Tipo II.

CARACTERISTICAS GENERALES

- Dimensiones (L x A x F): 1.761 x 1.031 x 877 mm.
- Consumo en stand-by: 30 W.
- Consumo nocturno: 1 W.
- Peso: 1.162 kg.
- Temperatura de operación: -20°C ~ 65°C.
- Enfriamiento por aire: 2.600 m^3/h.
- Humedad relativa: 0 ~ 95 %.
- Grado de protección IP20.

REGULADOR DE CARGA

El regulador de carga es un elemento que irá situado entre las placas y las baterías; su función principalmente es la de regular el flujo de energía que va desde las placas a las baterías, tanto el voltaje como la intensidad. Esto se hace con el fin de maximizar la vida de la propia batería ya que se intenta que la recarga de la misma se realice en condiciones óptimas (entre otras funciones).

Se utilizarán 3 reguladores de este tipo y sus características principales serán las siguientes:

- Grado de protección: IP65.
- Dimensiones: 360 x 330 x 190 mm.
- Corriente de carga nominal: 110 A.
- Tensión de la batería: 48 V.
- Tipo de controlador: PWM.
- Tensión solar máxima: 100 V.

- Peso: 10 kg.

BATERÍA Y BANCADA

Se van a instalar un total de 24 baterías (4 en serie y 6 en paralelo), dando una tensión de funcionamiento de 48 V y capacidad de 1.400 Ah. Sus características principales son las siguientes:

- Tensión nominal: 12 V.
- Capacidad: 200 Ah (100 hr a 1,85 V/celda @25ºC).
  : 165Ah (10 hr a 1,80 V/celda @25ºC).
- Peso: 79,5 kg.
- Corriente de cortocircuito: 3.274 A.
- Rango de temperaturas: 15ºC – 25ºC (recomendado).

Estas baterías irán montadas sobre una bancada metálica que se dispondrán para tal efecto.

3.89.3. CONTROL DE CALIDAD

Los materiales procederán, exclusivamente, de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista y que hayan sido previamente aprobadas por la Dirección de Obra. Para ello el Contratista presentará como mínimo para cada uno de los elementos a colocar en la obra objeto del presente proyecto, una terna de materiales que cumplan con el presente pliego para su posterior elección y aprobación por la Dirección de Obra.

Deberá realizarse una presentación previa de muestras de los principales materiales a

No se procederá a realizar el acopio ni empleo de ninguna clase de materiales ni elementos, sin que previamente se haya presentado por el Contratista a la Dirección de Obra para su aceptación, lo especificado a continuación:

- las especificaciones y muestras necesarias para garantizar el cumplimiento del presente pliego.
- las pruebas y ensayos necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego, o que sean solicitados por la Dirección de Obra.
- los manuales de puesta en marcha, mantenimiento y seguridad correspondientes. Antes de colocar cualquier elemento en obra se comprobará visualmente paragarantizar que no presentan ningún tipo de daños, así como que tienen todos los elementos que lo componen y que cumplen con los requisitos del pedido y del presente pliego.

Ensayos

Las pruebas y ensayos ordenados se llevarán a cabo bajo el control de la Dirección de Obra, o persona en quién ésta delegue.

Se utilizarán para los ensayos las normas que en los diversos artículos de este Pliego se fijan.

El número de ensayos a realizar será fijado por la Dirección de Obra.

Se deberá presentar a la Dirección de Obra una terna de laboratorios de calidad homologados. La Dirección de Obra indicará al contratista, si fuere el caso, la o las empresas que realizarán una labor de inspección en la obra, y aquellos materiales y/o equipos que serán objeto de la misma. El coste de las labores de inspección correrá a cuenta del contratista, y a cargo del 1% de calidad asignado en el Prepuesto de Ejecución Material del presupuesto del proyecto.

3.89.4. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

El promotor no asume la responsabilidad de asegurar que el Contratista encuentre, en los lugares de procedencia indicados, los materiales adecuados en cantidad suficiente para las obras, en el momento de la ejecución.

Los materiales y elementos que formen parte de la obra objeto del presente proyecto deberán transportarse y almacenarse protegidos contra los posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas que pudieran producirse.

Todos los elementos que componen el sistema serán identificados según la normativa correspondiente en cada caso, con al menos la marca, el modelo, parámetros de funcionamiento y datos que permitan localizar la ubicación de cada elemento dentro del sistema. La empresa fabricante deberá efectuar dibujos detallados de equipos, aparatos, etc., que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones.

Si se produjera la compra y/o instalación en obra de algún elemento sin previa presentación o aceptación por parte de la Dirección de Obra, estas circunstancias no otorgarán derecho alguno al contratista a que dicho elemento permanezca instalado, y correrá a cuenta del mismo su desinstalación.

3.89.5. EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

El fabricante realizará el embalaje, transporte y almacenamiento de las piezas de forma conveniente que evite cualquier daño o rotura durante la ejecución normal de los trabajos.

Las aberturas de conexión de todos los aparatos y equipos deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y

resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos etc.

Todas aquellas unidades que superen el peso de 50 kilos serán transportadas e instaladas con el auxilio de una grúa.

En el momento de la recepción, se ha de comprobar que los equipos corresponden al modelo y a las características señaladas en el pedido. Se contrastarán todos los equipos con sus certificados de calidad y en el caso de que así se haya acordado, se separarán y marcarán los equipos para los ensayos de contraste de recepción.

3.90. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN

3.90.1. NORMAS DEL PRODUCTO

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Decreto 842/2002 de 2 de agosto) e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas particulares para centros de transformación de clientes en AT (MT2.00.03).
- Criterios generales de conexión a la red de distribución (MT-4.42.01).
- Guia para la instalación de medida en clientes hasta 132 KV (MT 2.80.14).
- Norma de IBERDROLA, Medida de energía eléctrica en suministros de alta
- tensión.
- Otras normas de IBERDROLA.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que en cada caso sean de obligado
- cumplimiento.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de
- diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- Código Técnico de la Edificación, aprobado según R. D. 314/2006.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.

- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- Orden 14-7-97 de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo por la que se establece el contenido mínimo en anejos técnicos de determinados tipos de instalaciones industriales.
- Los aparatos de medida (transformadores de medida y contadores) cumplirán con lo indicado en el REGLAMENTO DE PUNTOS DE MEDIDA y en sus Instrucciones Técnicas Complementarias, así como en el documento de IBERDROLA MT 2.80.14 - GUIA PARA LA INSTALACIÓN DE MEDIDA EN CLIENTES Y REGIMEN ESPECIAL DE A.T
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- CTE, BOE 74 28-3-2006 Documento básico, seguridad en caso de incendio.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

3.90.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

En cuanto a las características técnicas y calidades de los materiales necesarios para esta instalación se cumplirán todas las prescripciones técnicas, características y calidades establecidas en el Anejo nº 5.6: Centros de Transformación y Líneas Eléctricas.

3.90.3. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan en los diferentes documentos del proyecto, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

3.90.4. ENSAYOS, CERTIFICADOS Y DOCUMENT ACIÓN

Se realizarán los siguientes ensayos y se aportará, para la tramitación ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Certificados de Fin de Obra.
- Certificados de instalación de alta tensión (Director de obra e Instalador).
- Pruebas de los ensayos del cable subterráneo.
- Informe de la realización de las tensiones de paso y contacto de los apoyos y la subestación.
- Protocolos y declaraciones de conformidad de los transformadores de potenci
- Protocolos y declaraciones de conformidad de los transformadores de medida.
- Declaraciones de conformidad de las celdas de media tensión.
- Declaraciones de conformidad de los equipos instalados de media tensión (Loadbuster, Órgano de corte en Red, Autoválvulas, etc…).

3.90.5. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Los materiales y elementos que formen parte de la obra objeto del presente proyecto deberán transportarse y almacenarse protegidos contra los posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas que pudieran producirse.

Todos los elementos que componen el sistema serán identificados según la normativa correspondiente en cada caso, con al menos la marca, el modelo, parámetros de funcionamiento y datos que permitan localizar la ubicación de cada elemento dentro del sistema. La empresa fabricante deberá efectuar dibujos detallados de equipos, aparatos, etc., que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones.

Si se produjera la compra y/o instalación en obra de algún elemento sin previa presentación o aceptación por parte de la Dirección de Obra, estas circunstancias no otorgarán derecho alguno al contratista a que dicho elemento permanezca instalado, y correrá a cuenta del mismo su desinstalación.

3.91. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

3.91.1. NORMAS DEL PRODUCTO

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Decreto 842/2002 de 2 de agosto) e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y Reglamentos que la
- desarrollan.
- Normas CEI (Comisión Electrotécnica internacional)

- Criterios generales para la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión (Norma UNE 157701).
- Normas particulares de los diferentes estamentos de Industria que sean de obligado cumplimiento.

3.91.2. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

En cuanto a las características técnicas y calidades de los materiales necesarios para esta instalación se cumplirán todas las prescripciones técnicas, características y calidades establecidas en la Separata de Electricidad.

3.91.3. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INST ALACIONES

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan en los diferentes documentos del proyecto, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de SERVICIO TERRITORIAL DE INDUSTRIA E IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

3.91.4. ENSAYOS, CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se realizarán los siguientes ensayos y se aportará, para la tramitación ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Declaraciones de conformidad de los equipos instalados de baja tensión mediante pruebas y ensayos realizados en fábrica.
- Pruebas de los ensayos de la instalación finalizada.
- Certificados de Fin de Obra.
- Certificados de instalación de baja tensión (Director de obra e Instalador).
- Certificado de inspección inicial por un Organismo de control acreditado OCA

Las pruebas y ensayos ordenados se llevarán a cabo bajo el control de la Dirección de Obra, o persona en quién ésta delegue.

Se utilizarán para los ensayos las normas que en los diversos artículos de este Pliego se fijan.

El número de ensayos a realizar será fijado por la Dirección de Obra.

Se deberá presentar a la Dirección de Obra una terna de laboratorios de calidad homologados. La Dirección de Obra indicará al contratista, si fuere el caso, la o las empresas que realizarán una labor de inspección en la obra, y aquellos materiales y/o equipos que serán objeto de la misma. El coste de las labores de inspección correrá a cuenta del contratista, y a cargo del 1% de calidad asignado en el Prepuesto de Ejecución Material del presupuesto del proyecto.

3.92. MATERIALES CUYAS CONDICIONES NO ESTÁN ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO

Los materiales cuyas condiciones no estén especificadas en este pliego, deberán cumplir la normativa vigente y aquellas que el uso ha incorporado a las buenas normas de construcción.

En todo caso, deberán ser sometidas a la consideración de la Dirección de Obra, para que decida sobre la conveniencia de autorizar su empleo, quedando obligado el Contratista a la Norma a que esté sometido el producto.

Dada la gran variedad de materias existentes en el mercado con calidad suficiente, y las novedades y mejoras técnicas que pudieran presentarse en las fechas de ejecución de las obras, la Dirección de Obra, podrá ordenar la utilización de productos análogos a los definidos en este Pliego, y que por sus características se consideren más idóneos en el momento de realización de las obras.

4. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: EJECUCIÓN

4.1. PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA

Dentro del Inventario Arqueológico de la Provincia de Palencia, estos lugares ofrecen datos muy parciales en lo que a yacimientos arqueológicos se refiere, debiéndose quizás a que corresponden a una de las zonas más antiguas en la realización de éste tipo de investigación.

Esta circunstancia, unida al hecho de que el proyecto tiene como base la ejecución de obras de infraestructura que pueden afectar a yacimientos no reconocidos, es por lo que se propone su prospección y documentación arqueológica, consistente en lo siguiente:

I. Documentación

1. Revisión de fuentes documentales y archivísticas.
2. Análisis, revisión y comprobación bibliográfica.
3. Análisis cartográfico (mapas antiguos y actuales).
4. Examen de foto aérea.
5. Estudio toponímico.
6. Revisión de fichas ya existentes en el Inventario Arqueológico de la Provincia.

II. Trabajo de campo

Esta fase consistirá en la prospección arqueológica del terreno; es decir, el reconocimiento de los lugares seleccionados en la etapa anterior, susceptibles de contener información arqueológica, debiéndose constatar tanto los yacimientos localizados como las visitas negativas. La citada prospección arqueológica será previa a toda actuación en la zona de las obras.

Se ha realizado una **prospección arqueológica previa a la elaboración del presente proyecto** que habrá que tener en cuenta durante la ejecución del mismo, así como la notificación de la Comisión Territorial de Patrimonio Cultural, ambos documentos se adjuntan como anejo nº 21 a la memoria del proyecto.

4.2. REPLANTEO

Antes de dar comienzo las obras, la Dirección de Obra de las mismas, procederá a la verificación del replanteo, que podrá realizarse en una o varias fases, trasladando al terreno los datos expresados en el Documento Planos que define la obra. Teniendo todos los datos del levantamiento realizado en fase de proyecto en el anejo de topografía.

Del resultado de este replanteo se levantará acta que suscribirán la Dirección de Obra y el Contratista.

Éste acta se elevará a la Superioridad, y en ella, constará la conformidad entre el Proyecto de la obra y el terreno, o las variaciones existentes en su caso

El Contratista está obligado además a realizar el replanteo, a suministrar todos los útiles y elementos auxiliares necesarios para este, con inclusión de los clavos y estacas, corriendo de su cuenta el personal necesario que deberá tener la capacidad técnica e instrucción suficiente para la realización de estos trabajos.

Podrán realizarse con posterioridad y conforme lo exija el programa de los trabajos, los replanteos de detalle en los que se fijen las tangentes y las bisectrices, así como los ejes de las obras de fábrica, transversales, los puntos de origen y final de las obras de fábrica longitudinales y los puntos del terreno en las alineaciones, intermedios entre los vértices que se utilizarán para tomar los perfiles transversales del terreno, de los que en su día, obtendrán la cubicación de los movimientos de tierra.

El Contratista será responsable de la conversión de los puntos, señales y mojones, y si en el transcurso de las obras sufrieran deterioro o destrucción, serán de su cargo los gastos de reposición y comprobación.

Se exceptúan de la anterior prescripción, aquellas señales o hitos enclavados dentro de la zona ocupada por las obras, las cuales deberán referirse a otros puntos fijos, de tal forma que pueda restituirse su posición.

Serán de cuenta del Contratista todos los gastos que se originen en los replanteos, incluso los que se ocasionen al verificar los replanteos parciales que exija el curso de las obras, así como el levantamiento topográfico de la obra, la ejecución de los perfiles a ejecutar en obra y detectar e informar a la Dirección de Obra de los servicios afectados para la correcta ejecución de la obra objeto del presente proyecto.

El Contratista elaborará los perfiles a ejecutar en obra y los presentará a la Dirección de Obra con tiempo suficiente para aprobación expresa y por escrito de la misma.

A partir del momento en que se lleve a cabo el replanteo de detalle, la continuación de los replanteos será de responsabilidad del Contratista, quién deberá disponer de personal debidamente instruido para la realización de dichos trabajos.

4.3. APORTACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA

El equipo destinado a la obra, deberá estar disponible en la misma con la suficiente antelación para que no se produzcan retrasos en el desarrollo de los trabajos por este motivo.

Su potencia y capacidad será la adecuada para ejecutar la obra dentro del plazo programado.

El equipo deberá mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorias, haciéndose las sustituciones o reparaciones para ello.

4.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Estos trabajos incluyen todas las operaciones necesarias para la excavación de las zonas afectadas por las obras.

4.4.1. DESPEJE Y DESBROCE

- Retirada de la capa vegetal

Se retirará la capa vegetal de la excavación en las trazas que atraviesen masas de parcelas de cultivo, para volver a reponerla tras el tapado de las zanjas.

Para **la balsa de regulación**, y según recoge el estudio geotécnico se ha estimado, como valor medio, una potencia de 0,60 metros de tierra vegetal.

- Desarbolado y destoconado

Cuando la traza de la tubería coincida con arbolado se procederá a su derribo, dejándolos fuera del lugar de plantación, hasta su carga y transporte.

Tras el desarbolado, se procederá al arranque de los tocones, dejándolos fuera del lugar de plantación, hasta su carga y transporte.

- Remoción de los materiales de desbroce

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en fauna y flora, separando cuidadosamente en montones los restos vegetales que hayan de ser reutilizados, valorados o desechados.

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra. Así como a la fauna y flora de la misma.

- Retirada de los materiales objeto de desbroce

Todos los sub-productos forestales, excepto la leña de valor comercial, serán reutilizados, valorados o retirados a vertedero.

- Vertederos y escombreras

Antes de comenzar las obras de excavaciones el Contratista propondrá a la Dirección de Obra los lugares de posibles caballeros o depósitos de escombreras que deberán ser aprobadas por aquella.

Todo escombro vertido fuera de los lugares autorizados por la Dirección de Obra deberá ser recogido, transportado y vertido en los lugares autorizados, por cuenta del Contratista. Estará terminantemente prohibido verter escombros en el cauce de los ríos que puedan ser arrastrados por las riadas y depositados formando barras debajo de los cauces, aliviaderos de descargas y demás instalaciones que en su funcionamiento resultan afectadas por motivo de dicho vertido de escombro no autorizado, serán por cuenta del Contratista las sanciones económicas que podrán llegar al cien por cien del importe de la excavación cuyos escombros han sido vertidos en lugares no autorizados.

Los escombros se dejarán en los depósitos de manera que sean estables y no entorpezcan el tráfico ni la evacuación de las aguas pluviales.

En cualquier caso se reutilizarán o valorizarán todos los escombros posibles. Sólo se utilizará las escombreras como última opción.

4.4.2. ACCESO A LAS OBRAS

Los caminos, pistas, sendas, pasarelas, escaleras, etc., para acceso a las obras y a los distintos tajos serán construidos por el Contratista por su cuenta y riesgo, elementos que la Dirección de Obra designe y marque como destinados a ser conservados intactos.

Para disminuir en lo posible el deterioro de los árboles que hayan de conservarse, se procurará que los que hayan de derribarse caigan hacia el centro de la zona objeto de limpieza. Cuando sea preciso evitar daños a otros árboles o a los elementos destinados a permanecer, los árboles se irán troceando por su copa y troncos progresivamente. Para proteger estos árboles, u otra vegetación destinada a permanecer en su sitio, se levantarán vallas o se utilizará cualquier otro medio que cumpla los fines deseados.

Aquellos árboles que ofrezcan posibilidades comerciales, y sea obligatorio tirarlos serán podados y limpiados; luego se cortarán en trozos adecuados, y finalmente se almacenarán pudiendo exigir la Dirección de Obra mejorar los accesos a los tajos o crear otros nuevos si fuese preciso para poder realizar debidamente su

misión de inspección durante la ejecución de las obras. Todo cambio o reposición de cualquier vía de acceso debido a la iniciación de nuevos tajos o modificaciones de proyectos, será por cuenta del Contratista sin que por ello tenga derecho de indemnización alguna ni a que sean modificados los planos de ejecución de las obras. Estas sendas, pasos, escaleras y barandillas, cumplirán las normas legales de seguridad del personal.

También será de cuenta del Contratista los caminos de acceso a las escombreras.

La conservación y reparación ordinaria de los caminos y demás vías de acceso a las obras o a sus distintos tajos, serán por cuenta del Contratista.

4.4.3. DESMONTE Y TRANSPORTE

Los desmontes o excavaciones se clasifican atendiendo a la naturaleza del terreno, dentro de alguna de las tres clases siguientes:

I. Excavación en roca: Es la realizada en aquellos materiales tan cementados que exclusivamente puedan ser excavados mediante uso de martillo hidráulico.
II. Excavación en terrenos de tránsito. Definido como aquel terreno que es posible romper, con rendimiento normal, por un tractor oruga con ripper, de una potencia igual o inferior a 240 CV.
III. Excavación en terrenos de consistencia normal. Comprende la excavación de aquellos materiales cuya consistencia permita la acción directa de las máquinas normales de excavación: bulldozers, traíllas, retroexcavadoras, etc. A este tipo se le denomina habitualmente tierra o terreno franco.

Se han diferenciado para el transporte de materiales seis intervalos de distancia basados en las diferentes máquinas apropiadas para cada trabajo. Los intervalos utilizados son:

- Transporte hasta 20 m
- Transporte hasta 50 m
- Transporte hasta 100 m
- Transporte hasta 200 m
- Transporte hasta 300 m

Los volúmenes a transportar a vertedero o entre caminos, a distancias mayores de 300 m., se excavarán, acopiarán, cargarán con pala y se transportarán en camión a la distancia considerada.

La determinación de las clases a las que corresponden las excavaciones y transportes, de acuerdo con la anterior clasificación compete únicamente al Director de Obra.

4.4.4. EXCAVACIONES

Las excavaciones se ejecutarán con arreglo a las rasantes y alineaciones fijadas en el replanteo, los planos y perfiles del proyecto, los perfiles reales de la obra si los anteriores precisaran de adecuación, así como los planos de detalle que facilitará la Dirección de Obra cuando lo considere necesario.

El levantamiento topográfico de la obra y la adecuación o diseño de los perfiles longitudinales de la obra correrán por cuenta del Contratista, y deberán ser aprobado por la Dirección Facultativa, que tendrá un plazo mínimo para su revisión de 15 días desde la entrega, tanto desde la entrega inicial como para cada corrección entregada posteriormente.

Los productos sobrantes de las excavaciones que no se empleen en las obras, se transportarán a vertedero. Se intentará emplear en las obras los máximos productos sobrantes posibles.

El Contratista propondrá las zonas de vertedero, que serán autorizadas por la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra, durante el curso de los trabajos, podrá ordenar variaciones en el perfil de las obras, y por tanto de las excavaciones, para su emplazamiento, a la vista de las condiciones del terreno.

El agotamiento o achique de las excavaciones se mantendrá el tiempo necesario hasta finalizar la ejecución correspondiente: balsa, zanjas, pozos, anclajes, arquetas, etc., estando incluido en las propias labores de excavación el agotamiento continuado hasta la finalización completa de los trabajos, no sólo los de la propia excavación, sino todos los posteriores hasta consumar el tapado o trasdosado de la excavación.

En la ejecución de las zanjas para tuberías, además de lo indicado en este artículo con carácter general, se seguirán particularmente las prescripciones y procedimientos que figuran en el artículo correspondiente del presente pliego.

- Excavaciones en desmonte

Una vez terminados los trabajos previos e inspeccionados y admitidos éstos por el Director de Obra, los trabajos de excavación se realizarán ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás datos que figuran en el Proyecto.

Las tierras procedentes de las excavaciones que, a juicio del Director de Obra, no se consideren adecuadas para la construcción de terraplenes o para otro empleo,

deberán alejarse del área de ocupación del camino, depositándolas en zonas de caballero previstas en el Proyecto o bien procuradas por cuenta del Contratista y de modo que no dañe propiedades públicas o privadas. Cuando esto se incumpla el Director de Obra podrá disponer el alejamiento de las tierras siendo todos los gastos que se ocasionen con cargo al Contratista.

En los tramos de excavaciones en roca se excavarán, como mínimo, quince centímetros más que los fijados como cota de explanación, rellenándose este exceso de excavación con material idóneo que se compactará y se perfilará de acuerdo con las normas sobre terraplenes indicadas más adelante.

En las zonas de excavación donde existan corrientes de agua superficiales, se desviarán fuera de las áreas donde vaya a construirse el terraplén, de acuerdo con las indicaciones del Director de Obra.

En las zonas de excavación donde existan corrientes de agua subálveas, se procederá a su captación y conducción mediante la ejecución de zanjas de profundidad suficiente rellenas de material drenante.

- Excavación en zanja o pozo

El Contratista de las obras notificará a la Dirección de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización de la Dirección de Obra.

Los primeros 25 cm de tierra vegetal de cualquier excavación de zanja se retirarán y separarán del resto de material de la excavación, depositándose fuera de la misma. Una vez esté colocada la tubería y se proceda al relleno de la zanja, se colocará como última capa del relleno la tierra vegetal extraída anteriormente.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, la Dirección de Obra autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad de los perfiles recogidos en los Planos y obtenerse una superficie firme y limpia, a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la Dirección de Obra podrá modificar tal profundidad, si, a vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una estabilidad satisfactoria.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene la Dirección de Obra.

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para agotarla, siendo dichos medios por cuenta y riesgo del Contratista.

El material excavado se colocará, en la medida de lo posible, de forma que no se obstruya la buena marcha de las obras, ni el cauce de arroyos, acequias o ríos, accesos a parcelas para labores agrícolas y de riego, ni haga peligrar la estructura de las fábricas parcial o totalmente terminadas.

Las superficies de cimentación se limpiarán de todo material suelto o flojo que posean, y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas, y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos apoyen sobre material cohesivo, la excavación de los últimos treinta centímetros (30 cm) no se efectuará hasta momentos antes de construir aquellos.

Los caballeros que se formen deberán tener forma regular, superficies lisas que favorezcan las escorrentías de las aguas, y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento. Deberán situarse en lugares que eviten arrastres hacia la carretera o las obras de desagüe, y donde no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos, ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones de los caminos.

- Entibaciones

El Contratista deberá prever el empleo de entibaciones en todos aquellos tramos de zanja o pozo en los que la seguridad del trabajo así lo exija. El Contratista será responsable de cualquier accidente ocurrido por ausencia de entibación según las normas.

4.4.5. TERRAPLENES

Los materiales a emplear en la construcción de terraplenes procederán de los desmontes de la propia obra o de las zonas de préstamo adecuadas, señaladas o aprobadas por la Dirección de Obra.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones: la preparación de la superficie de asiento, extensión de una tongada, humectación y desecación de la tongada, compactación de la tongada, terminación y refino.

Las tongadas se efectuarán con el espesor fijado, de acuerdo con la maquinaria a emplear, que a su vez será la adecuada al tipo de material.

Los taludes de terraplén serán los que marquen los planos de perfiles transversales.

Deberá cuidarse de que todo el plano de fundación preciso para el asiento de terraplén se encuentre libre de materia orgánica y raíces. Además, es necesario que en él no existan blandones o manantíos. Si en las operaciones de movimientos de

tierras se detectaran terrenos de esta naturaleza será preciso establecer un adecuado drenaje antes de iniciar las operaciones de terraplén. En este caso será imprescindible la supervisión del Director de Obra para continuar los trabajos de terraplén.

- Condiciones que han de cumplir los materiales

El contenido en materia orgánica no deberá exceder del uno (1) por ciento en peso de suelo seco.

No deberán contener elementos pétreos cuyo tamaño exceda de quince centímetros.

La densidad seca máxima en el ensayo de compactación Proctor Modificado será, como mínimo, de uno con ochenta (1,80 g/cm³). Solamente podrán emplearse tierras de densidad inferior cuando lo autorice previamente el Director de Obra.

El límite líquido debe ser menor de treinta y cinco.

El agua a emplear para la compactación deberá estar exenta de materia orgánica y sustancias nocivas.

- Control de calidad de los materiales

Las características de las tierras se comprobarán antes de su utilización en obra, mediante la ejecución de los ensayos cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación para cada una de las procedencias elegidas.

Por cada 1.000 m³ o 2.000 m³ (según contemple la Dirección de Obra) o fracción de materiales a emplear:

- Una determinación de materia orgánica
- Ensayo granulométrico
- Próctor Modificado
- Ensayo de Límites de Atterberg

Por cada 4.000 m³ o fracción de materiales a emplear:

- Determinación Índice CBR

Por cada 8.000 m³ o fracción de materiales a emplear:

- Ensayo de hinchamiento
- Contenido en yesos
- Ensayo de colapso
- Contenido en sales solubles

- Ejecución de las obras

Antes de extenderse la primera tongada deberá perfilarse y compactarse el plano de fundación donde se asentará el terraplén, hasta una densidad del 96% del Próctor Modificado.

Según las características de los materiales a emplear en la construcción del terraplén, se establecen las siguientes prescripciones a tener en cuenta:

A. Materiales cohesivos

Una vez extendida cada tongada se procederá, en caso necesario, al riego homogéneo de la tierra hasta alcanzar un grado de humedad constante en todos sus puntos, que deberán ser el óptimo obtenido mediante el ensayo de compactación.

Para conseguir la humidificación homogénea, se emplearán equipos móviles de riego con esparcidor de agua a presión regulable y equipos idóneos para la mezcla y homogeneización de los materiales.

No se ejecutará la compactación cuando los materiales, por efecto de la lluvia o por cualquier otro motivo, tengan una humedad superior a la óptima.

La compactación de cada tongada se efectuará empleando los medios necesarios para alcanzar, la densidad seca establecida en cada caso.

B. Materiales no cohesivos

Las tongadas se extenderán en espesor uniforme, suficientemente reducido para que con los equipos disponibles se obtenga el grado de compactación exigido.

Una vez extendida cada tongada, se procederá al riego homogéneo de los materiales, hasta alcanzar en todos sus puntos la humedad adecuada.

Después de la humidificación se compactará cada tongada con los medios necesarios para alcanzar como mínimo, la densidad relativa establecida en cada caso.

Los terraplenes se compactarán con equipos adecuados (rodillos lisos, compactadores de ruedas neumáticas, compactadores vibratorios, etc.), regulando el número de pases hasta alcanzar la densidad exigida.

- Control de calidad en la ejecución de las obras

Las diferentes capas del terraplén se compactarán de manera que su densidad sea, como mínimo, el 96% de la densidad máxima alcanzada por ese material en el ensayo Próctor Modificado.

Se tolerarán diferencias de +/- 5 cm en la cota de la rasante respecto a la indicada en cada caso.

La ejecución de las obras se controlará mediante la realización de los ensayos, cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación, entendiéndose que estas cifras son mínimas y se refieren a cada una de las procedencias elegidas.

Por cada 1.000 m³ ó 2.000 m³ (según contemple la Dirección de Obra) o fracción de materiales a emplear:

- Una determinación de materia orgánica
- Ensayo granulométrico

- Próctor Modificado
- Ensayo de Límites de Atterberg

Por cada 4.000 m³ o fracción de materiales a emplear:

- Determinación Índice CBR

Por cada 8.000 m³ o fracción de materiales a emplear:

- Ensayo de hinchamiento
- Contenido en yesos
- Ensayo de colapso
- Contenido en sales solubles

4.4.6. SUPERFICIE DE LA EXPLANACIÓN

- Ejecución de las obras

La superficie de la explanación, también denominada explanada, se compactará siempre previo riego hasta alcanzar la humedad óptima.

El ancho de la superficie de la explanación debe ser el marcado en perfiles transversales. No se admitirán vertidos de tierras adosados al talud de terraplén del camino, ya que los movimientos de tierras están compensados dentro del proyecto y en todo caso se determinan zonas para vertederos fuera de la ocupación de la obra.

Antes de iniciarse el proceso de compactación será preceptivo el visto bueno del Director de Obra confirmando que el perfilado de la rasante es correcto y que los bombeos y peraltes son los adecuados.

- Control de calidad

El grado exigido de compactación de la superficie de la explanación en sus últimos 50 cm será del 100% del Próctor Normal o el 96% del Próctor Modificado, debiéndose cumplir esta condición tanto para desmonte como para terraplén.

Se admitirá una diferencia de +/- 20 cm en la anchura de la superficie de la explanación respecto a la indicada en cada caso, y de +/- 2 cm en la profundidad de las cunetas.

La ejecución de la obra se controlará mediante la realización de ensayos, cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación, entendiéndose que las cifras que se dan son mínimas.

Por cada 1.000 m³ ó 2.000 m³ (según contemple la Dirección de Obra) o fracción de materiales a emplear:

- Una determinación de materia orgánica
- Ensayo granulométrico
- Próctor Modificado
- Ensayo de Límites de Atterberg

Por cada 4.000 m³ o fracción de materiales a emplear:

- Determinación Índice CBR

Por cada 8.000 m³ o fracción de materiales a emplear:

- Ensayo de hinchamiento
- Contenido en yesos
- Ensayo de colapso
- Contenido en sales solubles

4.5. HORMIGONES

La fabricación del hormigón, así como su transporte, documentación necesaria, recepción, hormigonado en tiempo caluroso y frío, vibrado y curado del mismo, cumplirá en cualquier caso lo especificado en la norma EHE-08.

4.5.1. DEFINICIÓN DE MATERIALES

Los tipos de hormigón que se utilizarán en estas obras son los siguientes:

1. Hormigón HA-25 N/mm^2
2. Hormigón HA-30 N/mm^2, en aquellos casos que por las características propias del elemento a hormigonar la Dirección Técnica lo considere necesario.

Los materiales a emplear en la fabricación de estos hormigones son los definidos en los artículos correspondientes al presente Pliego.

No se podrán emplear en la obra hormigones fabricados "in situ", el hormigón se fabricará conforme lo especificado en la EHE-08.

4.5.2. TRANSPORTE

Para el transporte de hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para conseguir que la masa llegue al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tipo de fraguado.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de

amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la nueva carga de masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

4.5.3. DOCUMENTACIÓN

Cada carga de hormigón fabricado en central irá acompañada de una hoja de suministro (albarán) que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo los siguientes datos:

- Identificación del suministrador
- Número de serie de la hoja de suministro
- Nombre de la central de fabricación del hormigón
- Identificación del peticionario
- Fecha y hora de elaboración en planta, siendo no válidos los datos manuscritos
- Fecha y hora de entrega
- Cantidad de hormigón suministrado
- Designación del hormigón T-R/C/TM/A. Siendo: T= HM, HA o HP, R= resistencia en N/mm^2, C= letra inicial del tipo de consistencia, TM= tamaño máximo del árido en mm, A= tipo de ambiente
- Tipo y contenido de cemento
- Relación agua/cemento
- Tipo y cantidad de aditivos
- Contenido de adiciones, en su caso
- Identificación del cemento, adiciones y aditivos empleados
- Identificación del lugar de suministro
- Identificación del camión que transporta el hormigón
- Hora límite de uso del hormigón

Certificado de garantía final de suministro:

El suministrador de hormigón aportará al final del suministro un certificado final de suministro, en el que se recogerán la totalidad de los materiales suministrados conforme el modelo del anejo nº 21 de la EHE-08.

4.5.4. RECEPCIÓN

Queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias que puedan alterar la composición original de la masa fresca.

El control del hormigón comprende los ensayos de consistencia y resistencia, cuya toma de muestras se realizará en el momento de la entrega con arreglo a lo especificado en la norma UNE-EN 12350-1:2006 y en un momento comprendido entre ¼ y ¾ de la descarga del mismo en obra.

El ensayo de consistencia se realizará "in situ" en el momento de suministro del hormigón, mientras que el ensayo de resistencia se realizará en el laboratorio.

Dichos controles los realizará un laboratorio de control autorizado conforme la norma EHE-08 y serán recogidos en un registro de resultados de ensayo.

Cualquier rechazo de hormigón basado en los resultados de los ensayos de consistencia deberá ser realizado durante la entrega. No se podrá rechazar ningún hormigón por estos conceptos sin la realización de los ensayos oportunos.

Índice de consistencia:

Se realizará un ensayo de consistencia siempre que se tomen muestras para la realización de un ensayo de resistencia a compresión. El valor de la consistencia del hormigón se determinará mediante el cono de Abrams, de acuerdo con el método de ensayo de la norma UNE-EN 12350-2:2006.

La consistencia vendrá determinada por el valor medio de un número de determinaciones igual o superior a 2. Este valor deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la siguiente tabla y coincidir con la consistencia solicitada en el pedido.

Consistencia	Tolerancia en cm	Intervalo resultante
Seca	0	0 – 2
Plástica	-1	2 – 6
Blanda	-1	5 – 10
Fluida	-2	8 – 17
Líquida	-2	14 - 22

Salvo en aplicaciones específicas que así lo requieran, se evitará el empleo de las consistencias seca y plástica. No podrá emplearse la consistencia líquida, salvo que se consiga mediante el empleo de aditivos superplastificantes

Resistencia a compresión:

Los ensayos de resistencia a compresión sobre probetas fabricadas y curadas conforme la norma UNE-EN 12390-2:2001, se mantendrán en el molde convenientemente protegidas durante al menos 16 horas y nunca más de 3 días. Durante su permanencia en la obra no deberán ser golpeadas ni movidas de su posición y se mantendrán al resguardo del viento y del asoleo directo. Durante este periodo la temperatura del aire alrededor de las probetas deberá estar comprendido entre los siguientes límites. En el caso de que puedan producirse otras condiciones ambientales el Constructor habilitará un recinto en el que puedan mantenerse dichas condiciones.

Rango de temperatura	Fck (N/mm^2)	Periodo máximo de las probetas en obra
15 ºC – 30 ºC	< 35	72 horas
	>= 35	24 horas
15 ºC – 35 ºC	Cualquiera	24 horas

Los ensayos de resistencia a compresión se realizarán conforme la norma UNE-EN 12390-3:2003 y la norma EHE-08.

El número de ensayos a realizar en la obra será el indicado en la norma EHE-08, según el tipo de elemento a hormigonar, la cantidad suministrada, etc..

El recorrido relativo de un grupo de 3 probetas obtenido mediante la diferencia entre el mayor resultado y el menor, dividida por el valor medio de las 3, tomadas de la misma amasada, no podrá exceder el 20%. En el caso de 2 probetas, el recorrido relativo no podrá exceder el 13%.

4.5.5. LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

- Hormigonado en tiempo frío

Como norma general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas (48) siguientes, pueda descender la temperatura mínima del ambiente por debajo de los cero grados centígrados (0ºC).

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5ºC. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armadura, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a 0ºC.

En el caso en que, por absoluta necesidad, se realicen hormigonados en tiempo de heladas se utilizarán relaciones agua/cemento lo más bajas posibles y mayores contenidos de cemento o de cementos de mayor categoría resistente. Con ello conseguirá acelerarse la velocidad de curado del hormigón, aumentar la

temperatura del mismo y reducir el riesgo de helada. El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la Dirección de Obra.

Si existe riesgo de helada prolongada o de hielo, el hormigón fresco se protegerá mediante dispositivos de cobertura o aislamiento, o cerramientos para el calentamiento del aire que rodee el elemento estructural.

- Hormigonado en tiempo caluroso:

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación de agua de amasado y para reducir la temperatura de la masa. Para ello la temperatura en el momento del vertido será inferior a 35ºC en el caso de estructuras normales y de 15ºC en el caso de grandes masas de hormigón y los elementos constituyentes de hormigón, encofrados y moldes destinados a recibirlo estarán protegidos del soleamiento.

Una vez colocado el hormigón se protegerá éste del sol y del viento para evitar que se deseque. Si la temperatura es superior a 40ºC o hay viento excesivo se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten, medidas especiales.

Se recomienda tomar medidas especiales para evitar retracciones plásticas cuando exista peligro de evaporaciones superficiales superiores a 1 kg/m^2/h, según tabla 71.5.3.2 de la EHE-08

4.5.6. VIBRADO DEL HORMIGÓN

Es obligatorio el empleo de vibradores de hormigón para mejorar la calidad del mismo, vigilando muy especialmente la condición de que la acción vibradora afecte a toda la masa del hormigón.

Los vibradores tendrán una frecuencia no menor a siete mil (7.000) impulsos por minuto.

El vibrador debe introducirse verticalmente sin que pueda ser movido en sentido horizontalmente mientras está en el hormigón. Se vibrará especial y cuidadosamente el hormigón junto a los encofrados a fin de evitar la formación de coqueras. No se permitirá que el vibrador afecte al hormigón parcialmente endurecido, ni que se aplique al elemento de vibrado directamente a las armaduras.

El tipo de vibrador a emplear, requerirá para ser aprobado, el sufrir una prueba experimental que resulte satisfactoria a la Dirección de Obra.

4.5.7. CURADO DE HORMIGÓN

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, se asegurará el mantenimiento de la humedad del mismo mediante riego directo que no produzca deslavado o protegiendo las superficies mediante recubrimientos plásticos u otros tratamientos adecuados, siempre que tales métodos, ofrezcan garantías de retención de la humedad y no contengan sustancias nocivas para el hormigón.

La duración mínima del curado se estimará con la siguiente fórmula:

$$D = KLD0 + D1$$

Siendo:

D = duración mínima en días del curado

K = coeficiente de ponderación ambiental.

Clase de exposición	Valor de K
I No agresiva II Normal	1,0
III Marina IV Con cloruros no marinos H Heladas sin sales fundentes	1,15
Q Químicamente agresivo F Heladas y sales fundentes	1,3

L = coeficiente de ponderación térmica.

T media durante en ºC	Coeficiente L
T media < 6ºC	1,7
6ºC ≤ T media < 12ºC	1,3
T media ≥ 12ºC	1

D0 = parámetro básico de curado.

Determinación del parámetro básico de curado D0:

Condiciones ambientales durante el curado	Velocidad de desarrollo de la resistencia del hormigón			
	Muy rápida	Rápida	Media	Lenta
-A- - No expuesta al sol. - No expuesta al viento. - Humedad relativa > 80%.	1	2	3	4
-B- - Expuesta al sol con intensidad media.	2	3	4	5

- Velocidad del viento media. - Humedad relativa entre el 50 y el 80%.				
-C- - Soleamiento fuerte. - Velocidad de viento fuerte. - Humedad relativa inferior al 50%.	3	4	6	8

Determinación del parámetro D1:

Tipo de cemento	Valores	es D1
Portland	CEMI	0
Condiciones	CEM II	1
	CEM II-S	
	CEM II-D	
	CEM II-P	
	CEM II-V	
	CEM II-L	
	CEM II-M	
De horno alto	CEM III/A	3
	CEM III/B	4
Puzolanico	CEM IV	2
Compuesto	CEM V	4
Especial	ESP VI-1	4
	ESP VI-2	4
De aluminato de calcio	CAC/R Estudiar cada caso	

La velocidad de desarrollo de la resistencia del hormigón se puede determinar en función de la clase de cemento utilizado y de la relación agua/cemento según lo indicado en la siguiente tabla.

Clase del cemento	Relación agua/cemento (A/C)		
	A/C < 0,50	0,50 ≤ A/C ≤ 0,60	A/C > 0,60
52,5 R, 52,5 y 42,5 R	Muy rápida	Rápida	Lenta
42,5 y 32,5 R	Rápida	Media	Lenta
32,5	Media	Lenta	Lenta
22,5	Lenta	Lenta	Lenta

4.6. ENCOFRADOS Y CIMBRAS

Los encofrados, moldes y cimbras podrán ser de madera, metálicos o de otros materiales que cumplan las condiciones de eficiencia requeridas.

Antes de iniciar la ejecución de los encofrados o cimbras deberá someterse su proyecto a la aprobación de la Dirección de Obra, pero esta aprobación no disminuirá en nada la responsabilidad del Contratista en cuanto a la seguridad, resistencia, buena calidad de la obra ejecutada y su buen aspecto.

Los encofrados, serán replanteados, colocados y fijados en su posición, por cuenta y riesgo del Contratista.

Para las obras de fábrica, no se admitirán errores de replanteo superiores a dos (2) centímetros en planta, ni más menos diez (10) milímetros de altura.

Las cimbras y encofrados tendrán la resistencia y disposición necesarias para que en ningún momento los movimientos locales sobrepasen los cinco milímetros (5 mm) ni los de conjunto la milésima de la luz (0,001).

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados, deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que, con la marcha del hormigonado prevista, y especialmente, bajo los efectos dinámicos producidos por el vibrado, no se originarán en el hormigón esfuerzos anormales durante su puesta en obra, ni durante su período de endurecimiento, ni en los encofrados movimientos locales superiores a cinco milímetros (5 mm).

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los parámetros de las piezas de hormigón en ellos fabricados no presenten defectos, bombeos, resaltos o rebabas de más de cinco milímetros (5 mm).

Tanto las superficies de los encofrados como los productos que a ellos que se pueden aplicar, no deberán contener sustancias agresivas a la masa de hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado para evitar la absorción del agua en el hormigón y se limpiarán, especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las diversas tablas, deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego o por el agua del hormigón, sin que, sin embargo dejen escapar las pastas durante el hormigonado.

Se autoriza el empleo de tipos y técnicas especiales de encofrados, cuyos resultados están sancionados por la práctica, debiendo justificarse la eficacia de aquellos que se propongan y que, por su novedad carezcan de aquella garantía a juicio de la Dirección de Obra.

No se efectuará ningún desencofrado ni descimbrado antes de que el hormigón haya adquirido las resistencias suficientes para no resultar la obra dañada por dichas operaciones. Como norma, los periodos mínimos de desencofrado y descimbrado serán los expuestos en la siguiente tabla.

Tipo de encofrado	Temperatura superficial del hormigón			
	≥ 24ºC	16 ºC	8ºC	2ºC
Vertical	9 horas	12 horas	18 horas	30 horas
Losas: fondo de encofrado	2 días	3 días	5 días	8 días
Losas: puntales	7 días	9 días	13 días	20 días
Vigas: fondo de encofrado	7 días	9 días	13 días	20 días
Vigas: puntales	10 días	13 días	18 días	28 días

4.7. ARMADURAS

4.7.1. CALIDAD DE LA EJECUCIÓN

El Contratista deberá presentar a la Dirección de Obra para su aprobación, los planos de despiece de armaduras de cada parte de las obras, con detalle de los empalmes previstos para el mejor aprovechamiento del material, de acuerdo con las normas y especificaciones del proyecto.

En el doblado y en la colocación se cumplirán las prescripciones de los planos y se aplicarán los artículos correspondientes de la norma EHE-08.

4.7.2. CONTROL DE CALIDAD

El suministrador aportará de cada fabricante de barras y/o mallas enviadas el Certificado de Calidad Siderúrgica de AENOR correspondiente para cada tipo y diámetro de barra y/o malla colocada en obra. En caso contrario aportará de cada fabricante lo indicado a continuación:

- Certificado de Calidad de Producto de las barras conforme la norma UNE 36065 EX:2000, UNE 36099:96 o UNE 36731:96.
- Certificado de Calidad de Producto de las mallas conforme la norma UNE 36092:96.
- Certificado de Homologación de Adherencia de barras y mallas conforme la norma UNE 36740:98 o conforme la norma UNE-EN 10080:2006, con una antigüedad inferior a 36 meses.

Además, aportará de todas las barras y mallas recibidas en obra el certificado de calidad correspondiente a cada una de las coladas para cada fabricante, diámetro y tipo de acero.

En el caso de suministrar ferralla armada mediante soldadura no resistente, el suministrador aportará los certificados de cualificación del personal que realiza dicha soldadura, que avale su formación específica para dicho procedimiento.

En el caso de emplear ferralla armada mediante soldadura resistente, el suministrador aportará los certificados de homologación de soldadores, según la norma UNE-EN 287-1:2004 y del proceso de soldadura, según UNE-EN ISO 15614-1:2005.

En todos los casos, el adjudicatario aportará con cada suministro el Certificado de Inspección de la colada correspondiente, por diámetro, tipo de acero y fabricante. Existiendo en todos los casos coincidencia entre las lecturas realizadas "in situ" sobre los aceros suministrados y las indicadas en los Certificados de Inspección correspondientes.

Albaranes:

Todos los albaranes del suministrador contendrán como mínimo la siguiente información:

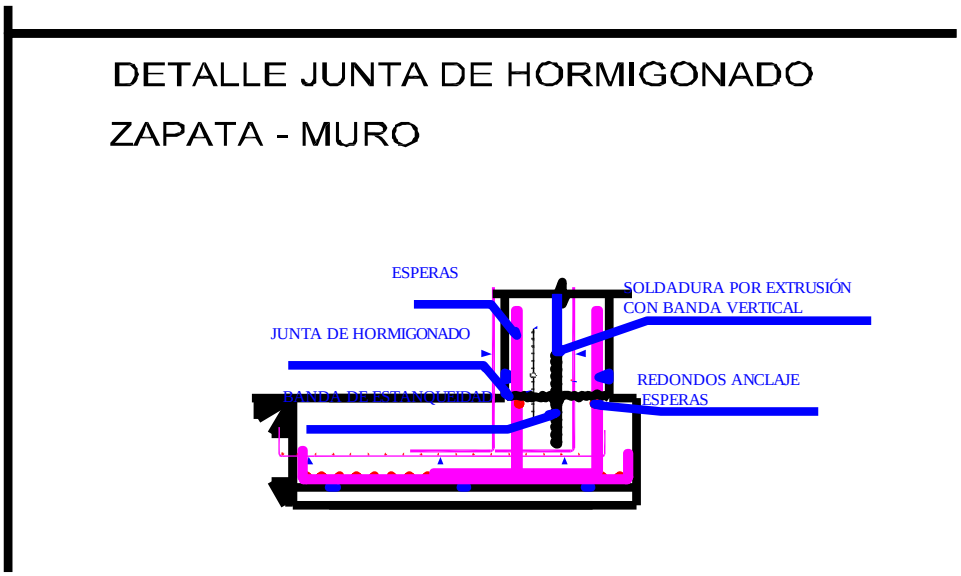
- Identificación del suministrador
- Identificación del lugar de suministro
- Nº del certificado de Marcado CE, o en su caso, indicación de autoconsumo
- Nº de identificación del Certificado de Homologación de Adherencia
- Nº de serie de la hoja de suministro
- Nombre de la fábrica
- Identificación del peticionario
- Fecha y hora de entrega
- Identificación del acero utilizado (fabricante y número de colada)

Certificado de garantía final de suministro:

El suministrador aportará al final del suministro un certificado final de suministro, en el que se recogerán la totalidad de los materiales enviados conforme el modelo del anejo nº 21 de la EHE-08.

4.8. BANDAS PARA LA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS DE DILATACIÓN

La colocación de las bandas para la estanqueidad de juntas de dilatación se realizará conforme lo especificado en los siguientes esquemas, siendo las bandas para la estanqueidad de las juntas de dilatación las denominadas en los esquemas como "banda de estanqueidad":



4.8.1. MARCOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

- *Recepción y descarga*

El contratista deberá comprobar que las piezas suministradas corresponden a las solicitadas, así como los útiles necesarios para su descarga e instalación. Durante la descarga se tendrá especial cuidado en no dañar las piezas en sus extremos, ya que esto puede influir en su ensamblaje posterior.

Para la manipulación de las piezas, tanto en la descarga como en la instalación, existen dos sistemas:

1. Mediante pinza. La pieza queda suspendida por el dintel sostenida por una pinza.

2. Mediante bulones embebidos en los laterales. La pieza se sujeta por medio de dos ganchos que abrazan los bulones que lleva incorporada la misma.

Si los elementos no se colocan directamente desde el camión, y es preciso almacenarlos en obra, la forma del apoyo deberá ser igual a la especificada para su posición definitiva, o bien deberán depositarse en terreno firme, sobre dos piezas de madera (cabirones) de altura mayor de 10 cm y en la posición marcada en la figura.

Se procurará no apilar unas piezas sobre otras. Si fuera necesario hacerlo, el marco superior debe descansar sobre dos piezas de madera situadas en el eje del hastial del marco inferior.

- *Ejecución de las obras*

La característica general de las conducciones formadas por estas piezas, es que quedarán enterradas. Estos tipos de módulos prefabricados constan de un extremo macho y otro hembra para su ensamblaje. La instalación habitual es enchufar la pieza con extremo macho, en la otra con extremo hembra situada sobre la base de apoyo.

En el proceso de ensamblaje no es conveniente alinear las dos piezas sólo por un lado, puesto que de esta manera no se reparten las tolerancias.

Si la base de apoyo es de material granular, se debe cuidar que éste no se aloje en la zona de unión de los módulos durante la colocación con arrastre en el empuje.

Si es necesario realizar ajustes de nivel en la base de apoyo, es necesario sacar la pieza, acondicionar de nuevo la base de apoyo y volver a iniciar el proceso de enchufe. Es una mala práctica para realizar ajustes de nivel el relleno puntual en una zona concreta, ya que se destruye la condición de apoyo uniforme tomada en el cálculo.

Tampoco se debe realizar el montaje con agua en la zanja, ya que no se puede hacer una buena nivelación ni obtener un buen apoyo.

El relleno de la zanja deberá realizarse tan pronto como sea posible tras la instalación de las piezas, siempre y cuando éstas hayan alcanzado la edad suficiente para garantizar su resistencia.

El relleno se puede dividir en 2 zonas, con materiales y criterios de compactación distintos. La primera zona se extiende desde la solera hasta un plano aproximadamente 30 cm sobre la cota superior de la pieza. Se suele fijar en 15 cm el recubrimiento mínimo de relleno sobre la pieza. El relleno de esta zona va directamente sobre las piezas, por lo que se deben utilizar medios de compactación manuales o mecánicos ligeros, teniendo en cuenta en este último caso que el relleno tendrá como mínimo 30 cm. La segunda zona incluye todo el relleno restante. En

esta zona no se utilizarán equipos de vibración para operar directamente sobre las piezas, hasta un relleno mínimo de 100 cm.

El espesor máximo de la tongada de compactación será la adecuada a los medios de compactación, recomendándose que en ningún caso sea superior de 40 cm.

No son aceptables como relleno las arcillas muy plásticas, los suelos orgánicos, materiales helados, ni cualquier otro material que pueda ser perjudicial (física o químicamente) para las piezas.

Cuando las tierras extraídas difieran significativamente del tipo de material de relleno especificado en el proyecto, será necesario retirarlas, sustituyéndolas en el relleno por el material proyectado.

Las operaciones de relleno se deben realizar simultáneamente en ambos laterales.

Para un mejor funcionamiento mecánico del marco, los laterales se deben compactar al 100 % PN, utilizando los medios necesarios en función del ancho disponible en los laterales. Si no fuera así, deberá comunicarse al fabricante para que en el cálculo mecánico se consideren los coeficientes de empuje correspondientes.

4.9. IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS ENTERRADOS

Todos los muros enterrados se impermeabilizarán por su cara interna con dos capas de impermeabilizante de emulsión bituminosa.

La primera capa será de impermeabilizante diluido en agua al 50% y la segunda capa será de impermeabilizante diluido en agua lo mínimo posible hasta permitir su correcta aplicación.

4.9.1. MANIPULACIÓN, ALMACENAJE Y CONSERVACIÓN

El impermeabilizante se almacenará en su envase original bien cerrado en un lugar seco y protegido de la lluvia, el sol, el calor y las bajas temperaturas. Temperaturas inferiores a 0ºC pueden afectar a la calidad del producto. En estas condiciones se podrá almacenar el impermeabilizante aproximadamente seis meses desde su fecha de fabricación.

En el caso de que se produzcan sedimentaciones del impermeabilizante, se removerá antes de su empleo, hasta devolverlo al estado inicial.

4.9.2. MODO DE EMPLEO

Preparación del soporte:

El estado del soporte sobre el que se aplicará el impermeabilizante estará limpio, exento de polvo, grasa, restos de pintura, yeso y cuerpos extraños. Las partículas sueltas o mal adheridas al soporte serán eliminadas. Las coqueras, grietas y rugosidades se colmatarán con impermeabilizante, evitando que queden vacíos o huecos que puedan romper la película bituminosa una vez formada.

Tipo de soporte:

El impermeabilizante no se aplicará sobre superficies pulidas ya que pueden producirse fallos de adherencia.

Humedad del soporte:

El impermeabilizante puede aplicarse sobre superficies secas o húmedas, pero sin escurrimiento de agua. En superficies muy absorbentes o con aplicaciones en tiempo caluroso y al sol, es conveniente regar la superficie a fin de evitar que el agua de la emulsión sea absorbida o se evapore con excesiva rapidez, lo que podría favorecer la formación de cuarteamientos en la película.

No se aplicará el producto si está lloviendo o nevando.

Tiempo de secado y temperatura de aplicación:

Variable en función de la temperatura ambiente, insolación y humedad relativa.

No se aplicará con temperaturas ambientales inferiores a +5 ºC.

Tiempo mínimo entre capas:

Recomendable esperar 24 horas.

Herramientas de aplicación:

Rodillo, brocha o cepillo.

4.10. TUBERÍAS

Antes de comenzar la ejecución de las zanjas para tuberías, el Contratista presentará a la Dirección de Obra por escrito, la justificación del cálculo mecánico de las tuberías en función del terreno de la obra para su aprobación expresa por la misma.

La instalación de tuberías estará coordinada en todas sus actividades: no se excavarán más de 100 m de zanja sin proceder a la regularización del fondo, incorporación de cama, instalación de tubería y relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos, en lo posible de los golpes. No se dejará ninguna tubería sin punteado (tapado parcial que tapa todo menos las juntas) más de 4 horas. Los anclajes de

hormigón armado de las piezas especiales se ejecutarán también a continuación de la excavación y montaje de la tubería: no se instalarán más de 500 m de tubería sin ejecutar los anclajes correspondientes a ese tramo.

4.10.1. ZANJAS

Las zanjas tanto para tuberías durante su excavación deben cumplir lo siguiente:

- Alineación correcta, que se comprobará en los cambios de rasante y cada 100 m.
- Regularización de la superficie de apoyo. La superficie de asiento de la tubería debe ser uniforme, sin restos de elementos gruesos ni agua.
- La anchura del fondo de la zanja y las secciones de las mismas serán en función del diámetro nominal y cumplirán lo especificado en los planos correspondientes del presente proyecto.

La excavación de la zanja se realizará mediante retroexcavadoras con nivelación por láser.

No se excavarán más de 100 m de zanja sin proceder a la regularización del fondo, incorporación de cama, instalación de tubería y relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos, en lo posible de los golpes. Los anclajes de hormigón armado de las piezas especiales se ejecutarán también a continuación de la excavación y montaje.

El agotamiento o achique de las excavaciones se mantendrá el tiempo necesario hasta finalizar la ejecución correspondiente: zanjas, pozos, anclajes, arquetas, etc., estando incluido en las propias labores de excavación el agotamiento continuado hasta la finalización completa de los trabajos, no sólo los de la propia excavación, sino todos los posteriores hasta consumar el tapado o trasdosado de la excavación.

4.10.2. ANCLAJES DE PIEZAS ESPECIALES Y VÁLVULAS EN TUBERÍAS

Todas las piezas metálicas y de HPCCH de la red de riego, así como todas las válvulas de la red de riego, tienen que estar ancladas con hormigón, excepto las especificadas a continuación:

- Tés de hidrante con salida vertical
- Tés de ventosa (con una sola ventosa, las tes de ventosa dobles sí se tendrán que hormigonar)
- Carretes de desmontaje de las válvulas

Dichos anclajes se realizarán con hormigón armado tipo HA-25 N/mm² y malla de Ø12mm. Tanto el hormigón como el acero a emplear en los mismos tendrán que cumplir en todos los casos la norma EHE-08 y las especificaciones del hormigón y del acero contempladas en los apartados correspondientes del presente pliego.

Comprobaciones previas:

Antes de comenzar el hormigonado de las piezas y las válvulas se realizarán las siguientes comprobaciones:

- Replanteo de la pieza y/o válvula.
- Comprobación de la nivelación de la pieza y/o válvula.
- Existencia de la sujeción adecuada de la pieza con cables para evitar su flotación durante el hormigonado. Los cables no dañarán las piezas a hormigonar. Sólo será necesaria esta sujeción para las piezas de DN superior o igual a 500 mm.
- Existencia de 2 tubos de PVC corrugado de Ø160 a ambos lados de la pieza y/o válvula a hormigonar a la cota de la generatriz inferior de la tubería o del apoyo de la válvula, que permita dar continuidad a través del anclaje de la pieza y/o válvula al drenaje que supone la cama y relleno realizado mediante material granular seleccionado de tamaño 6/12.

Dimensiones mínimas y especificaciones de ejecución de los anclajes:

Las dimensiones mínimas de los anclajes de las piezas y las válvulas serán las especificadas en el Anejo 6.8 - Cálculos de anclajes de las piezas especiales.

La ejecución de los anclajes se realizará conforme las especificaciones descritas en los esquemas del Anejo y en los planos correspondientes.

4.10.3. TRANSPORTE A OBRA

El transporte a obra de cualquier tipo de tubería y accesorio se realizará en camiones o en otro medio de transporte en los que el piso y los laterales de la caja estén exentos de protuberancias o bordes rígidos o agudos que puedan dañar a los tubos o a las piezas especiales.

Si el transporte incluye tubos de distinto diámetro, se colocarán en sentido decreciente de los diámetros a partir del fondo, no debiendo admitir cargas adicionales sobre los tubos que puedan producir deformaciones excesivas en los mismos y garantizando la inmovilidad de los tubos, apilándolos de forma que no queden en contacto unos con otros, disponiendo para ello cunas de madera (de al menos 75 mm de anchura colocados cada 1,5 m) o elementos elásticos.

Los tubos con uniones de enchufe o embocadura termoconformada y extremo liso deben colocarse con los extremos alternados, de tal modo que los enchufes no queden en contacto con los tubos inferiores.

4.10.4. SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

En todo momento durante el transporte, entrega y manipulación del material se cumplirán las recomendaciones reflejadas en el punto 5.2 de La Guía Técnica sobre Tuberías para el transporte del Agua a presión del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

En el momento del suministro se inspeccionarán las tuberías y los accesorios para asegurar que están marcados correctamente, no presentan ningún tipo de daños y cumplen con todos los requisitos del pedido.

Cuando los tubos se almacenan sobre el terreno se comprobará que éste es lo suficientemente resistente para soportar las cargas que se le transmitan y lo suficientemente liso como para que éstos se apoyen en toda su longitud, sin riesgo de que piedras y otros salientes puedan dañarse. El acopio de los tubos en obra se realizará, en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera u otros dispositivos que garanticen su inmovilidad

El número de hileras superpuestas en los acopios y la disposición de las mismas (piramidal o prismática) debe ser tal que ninguno de los tubos apilados sufra daños y cuando la manipulación sea manual, la altura máxima será inferior al alcance que en condiciones de seguridad tenga el personal que realice el trabajo, no debiendo, en ningún caso, excederse alturas de 3 metros.

El tiempo de almacenamiento será el mínimo posible, no debiendo prolongarse innecesariamente y, en cualquier caso, se procurará la adecuada protección frente a posibles daños externos, especialmente los anillos elastoméricos y las válvulas, los cuales se situarán en lugar cerrado y protegidos de la luz solar y de temperaturas elevadas.

Todos los tubos de PVC-O se suministrarán y almacenarán en obra protegidos con un plástico opaco con libre circulación de aire para evitar la incidencia directa de la luz solar sobre los mismos. El fabricante certificará el periodo máximo que puede permanecer el material expuesto a la radiación solar una vez retirado el protector opaco, indicando los condicionantes en cada caso.

Las tuberías de PVC-O recubiertas con protección, se almacenarán en soportes que las mantengan alejadas del suelo para prevenir que sean dañadas. Todas las tuberías deberían ser almacenadas en soportes cuando el tiempo sea muy frío para evitar que se peguen al suelo por la helada.

Los tubos y accesorios, permanecerán siempre protegidos de la exposición al sol continuada, no aceptando la Dirección de Obra la colocación de ningún tubo que presente decoloración, con respecto al patrón original de color correspondiente. Esta causa será motivo de rechazo del material afectado en su caso.

4.10.5. MANIPULACIÓN

Las operaciones de carga y descarga se realizarán de tal manera que los distintos elementos no se golpeen entre sí o contra el suelo. La descarga de los tubos y piezas especiales se realizará cerca del lugar donde deban ser colocados y el lado opuesto al del acopio de material de la excavación de la zanja, evitando que los tubos y piezas queden apoyados sobre puntos aislados.

Si la zanja no está abierta en el momento de la descarga de los tubos, éstos deben colocarse, siempre que sea posible, en el lado opuesto a aquel en que se piensen depositar los productos de la excavación, y de tal forma que queden protegidos del tránsito de vehículos, etc.

En general, las operaciones de carga y descarga de los tubos se realizarán mediante equipos mecánicos, si bien, para diámetros reducidos pueden emplearse medios manuales. En cualquier caso, no se admitirán dispositivos formados por cables desnudos ni cadenas en contacto con el tubo, siendo recomendable, por el contrario, el uso de bragas de cinta ancha recubiertas de caucho, o procedimientos de suspensión a base de ventosas. La suspensión de tubo por un extremo y la descarga por lanzamiento no se realizará nunca. La descarga mediante estribos, enganchando para ello las bocas del tubo, si será una práctica admisible.

No se permitirá la rodadura o el arrastre de los tubos sobre el terreno, máxime si los tubos tienen revestimientos exteriores. Si la Dirección de Obra admite expresamente la rodadura, ésta debe realizarse, sólo, sobre superficies preparadas a tal efecto de forma que no se ocasionen desperfectos en el tubo.

La descarga de los tubos de materiales plásticos, cuando se transporten anidados unos dentro de otros, se comenzará por los del interior. En los tubos de PVC cuando se manejen con temperaturas inferiores a 0 ºC se prestará especial atención a todas estas operaciones, evitando que sufran golpes.

Durante la manipulación se tendrán en cuenta las indicaciones del fabricante.

Se examinarán todos los productos tanto en el suministro como inmediatamente antes de la instalación para asegurar que no están dañados.

Las tuberías de PVC-O se suministrarán protegidas con una lámina opaca con libre circulación de aire (lonas o lámina de polietileno).

4.10.6. COLOCACIÓN

Una vez recibidos los tubos y las piezas especiales, previo a su instalación, éstos se someterán a un examen visual a fin de comprobar que no presentan deterioros perjudiciales producidos durante el transporte, almacenamiento y manipulación. A tal efecto aquellos elementos que no superen dicho examen visual han de ser rechazados.

Las tuberías van enterradas sobre un lecho de material seleccionado tipo 6/12 de 15 cm de espesor regularizado. Se comprobará el espesor de la cama de tubería mediante nivel láser y receptor en mira.

El desplazamiento de los tubos hasta su correcto alojamiento se realizará mediante maquinaria o mediante tráctel, empleando en cualquiera de los dos casos eslingas, en ningún caso se podrán colocar mediante el empuje de la cabeza del tubo sobre un tablón.

El interior de las tuberías deberá encontrarse limpio para evitar, entre otros, problemas por suciedad (presencia de limos, gravilla, tierra, etc.…) en las juntas durante las pruebas de las mismas. Para ello la instalación será lo más pulcra posible, con una zanja correctamente drenada (mediante drenajes o bombas de achique) que permita, durante la ejecución de las mismas, la visualización completa del interior de los tubos y sus uniones. Esta situación impedirá que la circulación del agua en condiciones de funcionamiento de la red erosione y degrade el interior de los tubos envejeciéndolos prematuramente.

Generalmente no se colocarán más de 100 m de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos, en lo posible de los golpes. El relleno de la tubería se realizará con material seleccionado conforme a lo indicado en los perfiles correspondientes y en el apartado correspondiente del Pliego.

No se rellenarán las zanjas en tiempo de grandes heladas o con material helado.

Al final de cada jornada de trabajo, los tubos y accesorios colocados en la zanja serán tapados en sus extremos, de tal manera que quede impedida la penetración de animales o materiales producto de la erosión por viento o agua superficial.

Todas las unidades de obra de instalación de tuberías llevan incluidas las pruebas de las mismas (medios humanos, maquinaria, agua o fluido de prueba, elementos de medida, tapones tanto de final de línea como de extremos de tramos, topes, dados de anclaje, celosía de transmisión de esfuerzos de extremos hasta dichos dados de anclaje, etc.).

4.10.7. PRUEBA DE LAS TUBERÍAS

La realización de las pruebas de las tuberías se realizará como máximo 8 semanas después de la instalación de las mismas.

A medida que avance el montaje de la tubería se probará por tramos, con la longitud fijada en el proyecto o por la Dirección de Obra, conforme lo especificado en la norma UNE-EN 805:2000 "Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes".

Las longitudes máximas de los tramos de tubería a probar se definen en función del diámetro de la tubería conforme lo especificado a continuación:

Diámetro Nominal, DN (mm)	Longitud máxima del tramo (m)
DN > 1.000	500
700 ≤ DN < 1.000	750
450 ≤ DN < 700	1.000
DN < 450	1.250

Será potestad única de la Dirección de Obra, en función del ritmo de consecución de pruebas previas con resultado satisfactorio por parte de la constructora, la revisión de los criterios expuestos en el párrafo y tabla anterior, en aras de favorecer el progreso de la obra, siempre y cuando se tenga esa garantía previa (prueba satisfactoria) del correcto comportamiento de tuberías de las mismas características completamente instaladas.

Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas, las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos o fugas de agua, y deben ser, cuando así se requiera, fácilmente desmontables para poder continuar la colocación de la tubería.

Un mismo tramo de prueba no podrá contener tubos de distinto material, timbraje, diámetro o rigidez nominal a no ser que la Dirección de Obra dictamine lo contrario.

La realización obligada de una prueba general de la red de distribución a través de los grupos motobomba de la estación de bombeo no exime de la consecución parcial mediante pruebas satisfactorias de los tramos que conformen completamente dicha red.

La constructora deberá aportar a las pruebas un transductor de presión digital portátil y autónomo mediante batería, con capacidad de registro de datos y una precisión del 0,2%. Con su correspondiente certificado de calibración, verificado

periódicamente.

Antes de comenzar la prueba se comprobará que todos los accesorios y maguitos de la tubería están descubiertos, como mínimo 50 cm a cada lado del accesorio o manguito, que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña, así como que todas las piezas especiales y los carretes de anclaje de las válvulas están correctamente hormigonados y han transcurrido más de 28 días desde su hormigonado. La zanja estará parcialmente llena, dejando las juntas descubiertas. Así como que están colocados en su posición definitiva todos los tubos, las piezas especiales, las válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas y las obras de fábrica con la resistencia debida.

Pruebas de tramos contra válvulas de seccionamiento instaladas y cerradas: a no ser que el fabricante de dichas válvulas de corte garantice por escrito tanto la integridad como la estanqueidad de las mismas para una presión de prueba del tramo igual o superior a las indicadas en la norma, y en función de las condiciones de instalación y en su caso de presión al otro lado de la misma, no se podrán realizar.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso estará provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo de la tubería a ensayar y estará provista al menos de un manómetro de precisión no inferior a 0,02 N/mm^2. La medición del volumen de agua debe realizarse con una precisión no menor de litro.

En cualquier caso, pero especialmente en los de altas presiones, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, se tomarán las medidas de seguridad necesarias para que en caso de fallo de la tubería no se produzcan daños a las personas y que los materiales sean los mínimos posibles. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado que se está realizando una prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tramos cercanos. En este sentido, los manómetros se colocarán de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la prueba, que es única, consta, de las dos etapas que se especifican a continuación: etapa preliminar y etapa principal

Tan pronto como el resultado de las pruebas sea satisfactorio, se deberá proceder al completo tapado del tramo, cuyas juntas habían quedado descubiertas.

A partir de este momento, la deflexión circunferencial a corto plazo (de 3 a 6 meses) producida tanto en toda la longitud del tubo como de sus uniones debe ser

inferior al 3% del diámetro interior del mismo. Será potestad de la Dirección de Obra indicar a la constructora que empape hasta el punto de saturación el terreno superior circundante que carga sobre los tubos instalados y realice la comprobación anterior, corriendo todos los medios necesarios a cuenta y cargo de la constructora. Si los resultados obtenidos son negativos, según y del modo que determine la Dirección de Obra la constructora deberá proceder a subsanar la situación, asumiendo igualmente todos los costes derivados de la desinstalación, fabricación de nuevas tuberías, restitución del terreno en caso de que no sea posible modificar la traza del mismo, etc. y de posterior reinstalación correcta y prueba.

- *Etapa preliminar*

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida de aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. Una vez llena de agua la tubería se debe mantener en esta situación 24 horas.

A continuación, se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre la presión de prueba (STP = MDP + 0,1) y la presión máxima de diseño (MDP), de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm^2 por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante un tiempo razonable (que lo debería fijar el proyecto correspondiente o la DO a la vista de las circunstancias particulares de cada caso) para lograr los objetivos de esta etapa preliminar, para lo cual, si es necesario, habrá que suministrar, bombeando, cantidades adicionales de agua. Durante este periodo de tiempo no debe haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya dado lugar y a la repetición del ensayo.

- *Etapa principal o de puesta en carga*

Una vez superada la etapa preliminar, se aumenta de nuevo de forma constante la presión hidráulica interior hasta alcanzar el valor de STP, de forma tal

que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm^2 por minuto. Una vez alcanzado dicho valor se desconecta el sistema de bombeo, no admitiéndose la entrada de agua, durante al menos 1 hora. Al final de este periodo el descenso de presión obtenido debe ser inferior a 0,02 N/mm^2.

A continuación se aumenta la presión en el tramo a ensayar hasta alcanzar de nuevo el valor de STP, suministrando para ello cantidades adicionales de agua y midiendo el volumen final suministrado, debiendo ser este inferior al dado por la siguiente expresión:

$$\Delta Vmáx = 1{,}2 \times Vx\Delta px\left[\frac{1}{Ew} + \frac{ID}{e \times E}\right]$$

Siendo

- ΔVmáx pérdida admisible (litros)
- V volumen del tramo a probar (litros)
- Δp caída admisible de presión durante la prueba (0,02 N/mm^2)
- Ew módulo de compresibilidad del agua (2.100 N/mm^2)
- E módulo de elasticidad del material del tubo (N/mm^2)
- ID diámetro interior del tubo (mm)
- E espesor nominal del tubo (mm)
- 1,2 factor de corrección que tiene en cuenta, entre otros aspectos, el efecto del aire residual existente en la tubería.

El módulo de compresibilidad del agua (Ew) y unos valores razonables para los valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (E) son los siguientes:

Cuando, durante la realización de esta etapa principal o de puesta en carga, el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se deben corregir los defectos observados (repasando las uniones que pierdan agua, cambiando, si es preciso, algún tubo o pieza especial) para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

En determinadas situaciones, tales como los ramales de las redes de distribución de pequeño diámetro o escasa longitud, puede admitirse que en esta etapa principal se realice únicamente la comprobación de que el descenso de presión producido durante la misma es inferior a los valores admisibles antes indicados.

En cualquier caso, si los resultados de la etapa principal no son satisfactorios, o existen dudas sobre la correcta desaireación de la tubería, puede realizarse un ensayo complementario de purga que aclare tal circunstancia, conforme a la metodología recogida en la norma UNE EN 805:2000.

4.11. HINCAS

Antes de comenzar la ejecución de la hinca la empresa ejecutora presentará a la Dirección de Obra para su aprobación expresa, una memoria del cálculo mecánico de la misma, garantizando que la tubería de acero a emplear para la ejecución de la hinca soportará la carga de tráfico rodado y las condiciones del terreno.

La holgura que deberá existir entre el diámetro interior de la tubería de acero y el diámetro exterior de la tubería ejecutada mediante hinca será de 20-30 mm.

Para proteger los tramos ejecutados mediante hinca, se colocará al inicio y al final de la hinca, así como cada 3 metros de hinca, una banda de neopreno con tacos que cumplirá lo especificado en el presente pliego para bandas de neopreno con tacos.

La ejecución de la hinca cumplirá también lo especificado en los anejos y planos correspondientes del presente proyecto.

4.12. VÁLVULAS Y VENTOSAS

Las válvulas y ventosas se recibirán en obra limpias, con todos sus elementos protegidos y los orificios externos tapados, mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extraños.

Las válvulas de compuerta se transportarán con el elemento de cierre en posición abierto, si el asiento es elástico, o cerrado si son de metal. En las válvulas de mariposa el obturador debe ir en posición ligeramente abierta.

Todas las válvulas y ventosas serán embaladas de forma tal que durante el transporte quede garantizada la imposibilidad de golpes y daños en estos elementos, así como su eventual maniobra, debiendo evitarse roces y esfuerzos superiores a los que la válvula ha de soportar.

Se prestará especial atención durante el transporte y la manipulación, para no dañar los mecanismos de accionamiento manual o mecánico que la válvula o ventosa pueda llevar o contener.

Antes de la colocación de las válvulas, ventosas y accesorios en obra se realizará una comprobación visual del estado de las superficies y del funcionamiento correcto de las mismas, verificando la idoneidad para su instalación.

4.13. ESTRUCTURA METÁLICA

Antes de iniciarse el montaje de la estructura metálica se realizará una comprobación visual del aspecto de la estructura, con el fin de rechazar aquellos perfiles o elementos que han sido dañados durante su transporte o manipulación.

Deberá comprobarse en obra una vez finalizada la unión, un 50 % del total de los tornillos que componen cada junta, confirmando que el apriete de las tuercas es

a tope y que la disposición geométrica es la adecuada. En caso de que un 25 % de los tornillos sea considerado como rechazable, por falta de apriete, se procederá a la comprobación del 100 % de los tornillos que componen la junta.

Las correas se arriostrarán en los vanos mediante tirantillas de 12 mm roscadas en ambos extremos.

Se comprobarán en obra el 30 % de las soldaduras ejecutadas "in situ" conforme lo especificado en el presente pliego para soldaduras de piezas metálicas.

4.14. EJECUCIÓN DE CERRAMIENTOS DE PANEL PREFABRICADO

Antes de colocar los paneles se acopiarán en obra y se procederá a la inspección visual de los mismos para comprobar si se encuentran en adecuadas condiciones para ser instalados, tanto en lo que respecta a acabados exteriores, armaduras y esquinas, como ausencia de golpes y desconchones.

Los paneles se colocarán perfectamente aplomados para seguidamente fijarlos a la estructura con los adecuados sistemas de sujeción embutidos en los propios paneles.

Las juntas de los paneles se sellaran con mortero resistente a humedad y pintado en igual color que el propio panel.

4.15. CARPINTERÍA METÁLICA

4.15.1. INSTALACIÓN DE PUERTAS Y MARCOS METÁLICOS

El presente artículo trata del suministro, mano de obra, medios auxiliares, materiales y ejecución de todas las operaciones relacionadas con la instalación de puertas y marcos metálicos, de acuerdo con los planos correspondientes al proyecto.

Los marcos de las puertas y ventanas se instalarán nivelados ya aplomados y se anclarán de un modo seguro a los muros.

Las puertas de bisagras se colgarán adecuadamente, de modo que giren horizontalmente y se mantengan en cualquier posición.

Los elementos de cerrajería se instalarán limpia y adecuadamente, se ajustarán y se dejarán en condiciones de funcionamiento perfecto.

4.15.2. CARPINTERÍA METÁLICA EN ALUMINIO

Todas las ventanas serán del tipo, tamaño y forma que se indican en los planos y cualquier variación que se introduzca será con la autorización por escrito de la Administración.

El Contratista tiene la obligación de presentar a la Administración detalles de construcción, dimensiones, disposición de ventilación, funcionamiento, etc. y toda la información precisa para ser aprobada por el Director de Obra.

Las ventanas se montarán bien encuadradas y a plomo en las alineaciones y nivelaciones exactas. Todos los anclajes se ajustarán antes de colocar las ventanas.

Todas las puertas irán provistas de dos (2) llaves con el número de la cerradura estampado en las mismas. Cada cerradura llevará estampado el número correspondiente en la superficie. Se suministrarán tres (3) llaves maestras para cada sistema de llaves.

4.16. ENLUCIDOS

El enlucido de los paramentos y obras de mampostería o ladrillo se realizará descarnando y limpiando previamente las juntas y regando todo el paramento a enlucir inmediatamente antes de aplicar el enlucido.

En los paramentos de obras de hormigón, el enlucido se hará en general, a continuación del desencofrado de la obra, regando también el paramento a enlucir y picándolo si el Director de Obra lo considera necesario.

El espesor del enlucido no bajará en parte alguna de un centímetro y medio (1,5 cm). Se enlucirá con una (1) ó dos (2) capas y éstas se aplicarán en forma que prescriba el Director de Obra. En general, se aplicará de dos modos: o bien haciéndolo bastante espeso, y arrojándolo fuertemente contra la superficie a enlucir, extendiéndolo con las manos y repasándolo con una muñeca o bolsa de trapos húmedos sin alisar la superficie, o bien por medio de llana y alisándolo perfectamente.

4.17. PASOS PROVISIONALES

Los pasos provisionales necesarios para la correcta ejecución de las obras objeto del presente proyecto, serán de dimensión suficiente para el uso al que se destinen y garantizarán la suficiente resistencia mecánica para aguantar el tiempo que la Dirección de Obra considere necesario.

4.18. URBANIZACIÓN

4.18.1. PLANO DE FUNDACIÓN

El plano de fundación o explanada se compactará según lo especificado en el PG3 hasta alcanzar el 95% del Próctor Normal conforme la norma UNE 103501:1994. La compactación se comprobará con una frecuencia de 1 ensayo cada 620 m.

La geometría de la explanación se comprobará en toda su superficie teniendo que coincidir con la cota especificada en los planos.

4.18.2. BASE

La base se realizará con zahorra artificial de 1". En el caso de que el proveedor tenga marcado "CE" de la zahorra artificial y sus especificaciones coincidan con las expuestas en el presente pliego, no será necesario controlar su calidad en caso contrario se comprobará su idoneidad como mínimo al inicio del suministro y cuando cambie la procedencia de la misma, mediante el ensayo de una muestra significativa del material en Laboratorio debidamente homologado por cuenta del Contratista.

El espesor de la base será 20 cm +/- 15 mm y se comprobará mediante calicatas o levantamiento topográfico antes y después de echar la zahorra artificial, siendo en éste último caso el espesor de la zahorra la diferencia entre los dos levantamientos. Se realizarán catas o levantamientos cada 500 ml y se realizarán al tresbolillo en franjas de 6m de anchura.

La base se compactará según lo especificado en el PG3 hasta alcanzar el 100% del Próctor Modificado conforme la norma UNE103501:94. La compactación se comprobará con una frecuencia de 1 ensayo cada 330 m.

4.18.3. LÁMINA DE POLIETILENO PARA SOLERAS Y HORMIGONES

Antes de proceder a la ejecución del pavimento de hormigón, la base se cubrirá con una lámina de polietileno de baja densidad G-400 de espesor igual a 0,10 mm. Sus funciones son las siguientes:

- Barrera de vapor o film anti-humedad bajo pavimento
- Lámina de separación
- Protector de la propia losa a su posible desecación de la parte inferior

Modo de colocación:

- Eliminar de la base cualquier elemento punzante y rebajar la superficie en caso de que presente aristas pronunciadas para evitar el deterioro de la lámina.
- Desenrollar la lámina sobre la superficie de forma que se eviten los pliegues y las arrugas.
- Realizar solapes mínimos de 15 cm tanto en sentido longitudinal como transversal.

- Proteger la lámina de la perforación antes del vertido del hormigón. Se prohibirá todo tipo de circulación sobre la lámina.

4.18.4. PAVIMENTO DE HORMIGÓN

El pavimento de hormigón HA-25 armado con de fibras de polipropileno de la urbanización tendrá un espesor total de 20 cm. La resistencia característica del hormigón será 25 MPa.

La ejecución del pavimento de hormigón HA-25 deberá cumplir las especificaciones incluidas en el apartado 4.5 Hormigones.

La dosificación de la fibra de polipropileno será de 4 kg/m³ y se llevará a cabo en la planta de hormigones.

Se formarán juntas de construcción o de hormigonado en el pavimento de hormigón, incluyendo colocación en las mismas de pasadores de diámetro 16 mm.

Las operaciones de terminación del pavimento serán las siguientes:

- Fratasado mecánico del hormigón
- Alisado y pulido mecánico de la superficie, con aplicación de endurecedor de superficie QUALIROC o similar, con dosis de 12 kg/m² como mínimo para aplicación como mortero incorporado (capa hidratada)
- Curado del hormigón con líquido de curado de resinas poliméricas en dispersión acuosa POLICUR F o similar, con dosis de 250 g/m² para aplicación con pulverizador
- Aserrado mecánico de juntas de retracción con una anchura de 3 mm y una profundidad de 1/3 del espesor de la solera

4.19. TERRAPLÉN DE LA BALSA

Antes de comenzar el terraplén, se retirará la capa vegetal de la zona donde se ubicará la balsa y sus estructuras. Este horizonte se ha estimado, según el estudio geotécnico, en 0,60 metros.

Previamente al inicio de los trabajos de desbroce de la balsa, el Contratista deberá avisar a la Dirección de Obra con suficiente antelación para que realice el levantamiento taquimétrico del terreno natural si así lo estima oportuno.

De igual manera, previamente al inicio de los trabajos de terraplén de la balsa, el Contratista deberá avisar a la Dirección de Obra con suficiente antelación para que realice el levantamiento taquimétrico del terreno desbrozado si así lo estima oportuno.

Previo a la colocación de la lámina se dejarán el movimiento de tierras durante al menos 6 meses (preferiblemente en invierno) para su asiento. Después del reposo corregirán los asientos y re perfilará por cuenta del adjudicatario de la obra.

Compactación del terraplén:

El terraplén de la balsa se ejecutará por tongadas de un espesor máximo de 25 cm. Como mínimo se comprobará en 10 puntos de cada una de las tongadas la compactación obtenida, siendo en todos los puntos de la cimentación y el núcleo del terraplén la compactación obtenida superior al 95 % del Próctor Modificado y siendo en todos los puntos de la coronación la compactación obtenida superior al 100 % del Próctor Normal.

En cada tongada se clavarán estacas con fleje grapado, de altura efectiva máxima sobre el nivel del terreno de 25 cm, en número de tres cada 20 metros, para control del espesor de las tongadas durante la ejecución.

Control geométrico:

La explanada del terraplén tendrá la misma cota en toda su extensión y anchura, según se va subiendo uniformemente el terraplén.

Se comprobará cada 30 m de distancia, la sección y la anchura de la tongada, como mínimo se realizarán 3 comprobaciones de la sección y la anchura de la tongada en cada una de las tongadas.

En el control geométrico de las secciones, las dimensiones de la anchura, no diferirán en más del +-5% de las especificadas en los planos, con respecto a la altura en la que se está realizando el control, que como máximo será cada 2 m de altura y medidas de tramos longitudinales de 30 m de distancia.

4.20. CAMINO DE CORONACIÓN DE LA BALSA

Sobre el terraplén de la balsa se colocará una base de 20 cm de espesor de material granular de tamaño máximo 1”, obtenido de zahorras naturales, mediante cribado y machaqueo, repartido en dos capas de 10 cm. BASE

La base se realizará con zahorra artificial de 1”. En el caso de que el proveedor tenga marcado “CE” de la zahorra artificial y sus especificaciones coincidan con las expuestas en el presente pliego, no será necesario controlar su calidad. En caso contrario se comprobará su idoneidad como mínimo al inicio del suministro y cuando cambie la procedencia de la misma, mediante el ensayo de una muestra significativa del material en Laboratorio debidamente homologado por cuenta del Contratista.

El espesor de la base será 20 cm +/- 15 mm y se comprobará mediante calicatas o levantamiento topográfico antes y después de echar la zahorra artificial, siendo en éste último caso el espesor de la zahorra la diferencia entre los dos

levantamientos. La base de 20 cm se repartirá en dos capas de 10 cm. Se realizarán catas o levantamientos cada 100 m y se realizarán al tresbolillo en franjas de 3 m de anchura.

La base se compactará según lo especificado en el PG3 hasta alcanzar el 100% del Próctor Modificado conforme la norma UNE103501:94. La compactación se comprobará con una frecuencia de 1 ensayo cada 330 m.

4.21. LÁMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

En caso de existir afloramientos o manchas de agua derivadas de la presencia de nivel freático, se documentarán gráficamente, se georreferenciarán y se realizarán los correspondientes análisis de muestras para tenerlo parametrizado, así como la Dirección de Obra analizará el drenaje de los mismos.

Se documentará, previo a la instalación de la lámina y geotextil, la inspección realizada al fondo y los taludes.

4.21.1. TIPOS DE ANCLAJES

Anclaje en coronación

Las láminas de impermeabilización se anclarán en la coronación de los taludes en una zanja de dimensiones mínimas 0,50 x 0,50 m con el fin de no deteriorar la coronación del talud, la zanja se separará del borde del talud al menos 1 m. Esta zanja también servirá de anclaje de los demás geosintéticos que componen el sistema de impermeabilización.

Una vez soldada y comprobada la lámina de PEAD, la zanja se rellenará con el propio producto de la excavación y se compactará.

Anclaje en pie de talud

Las láminas al pie de talud se anclarán mediante fuelles conformados con lámina de PEAD de 2 mm de espesor y sección con perímetro 1,45 m de peso no inferior a 115 kg/m. Rellenos con árido natural lavado 6/12 mm. Quedarán colocados sobre una capa de geotextil, que impida la rotura de la lámina de PEAD.

Anclaje en fondo

Las láminas en el fondo de la balsa se anclarán de forma similar al anclaje en el pie de talud.

Anclaje en líneas de máxima pendiente

Las láminas en las líneas de máxima pendiente se anclarán de forma similar al anclaje en el pie de talud.

Anclaje en taludes

Las láminas en los taludes se anclarán mediante tubería PE100 ø 160 mm rellena de gravilla 6/12 mm, colocada sobre una capa de geotextil, que impida la rotura de la lámina de PEAD.

Anclaje a fábricas de hormigón:

Las láminas se unirán a las fábricas de hormigón mediante un anclaje sencillo, preferentemente con **perfiles embutidos en obra de hormigón tipo Atarlock HD Tipo E o similar**, provistos de garras, los cuales se embutirán en el hormigón fresco. Una vez haya fraguado el hormigón, se fijará la lámina PEAD mediante atornillado de contra-pletina, apretada con tornillos M16 soldados (a la pletina base) y tuercas, también en acero inoxidable.

Para la estanquidad se incorporará una junta de neopreno entre la pletina y la lámina de PEAD y se sellará, para mayor seguridad, el borde en toda su longitud con masilla de poliuretano.

4.21.2. SOLDADURAS

Las soldaduras de las láminas de PEAD serán por termofusión o tipo doble con canal intermedio de comprobación, excepto en los casos que este tipo de soldadura no sea posible como en las soldaduras de puntos triples y reparaciones de la balsa, en las que se realizarán soldaduras por extrusión.

SOLDADURAS POR TERMOFUSIÓN:

La anchura de solape mínima será de 10 cm.

La maquinaria a utilizar podrá ser de cuña caliente, aire caliente o ambas, pero siempre será automática, y con un sistema de control de la temperatura de soldado digital y con impresión de las condiciones de soldadura: presión de los rodillos, velocidad y temperatura.

La temperatura y velocidad de soldadura, se regulará según las condiciones climatológicas, y a partir de ensayos previos realizados "in situ" con tensiómetro automático de campo.

Las geomembranas de PEAD a soldar estarán siempre limpias y exentas de polvo o grasa.

SOLDADURAS POR EXTRUSIÓN:

Se realizarán con una máquina extrusora portátil que aporta material del mismo tipo que la geomembrana de PEAD. La materia prima de la lámina de PEAD y

el material de aporte de la soldadura por extrusión reunirán las mismas características técnicas para garantizar la durabilidad de las mismas.

La soldadura por extrusión consiste en:

- Limpieza de la zona a soldar
- Unión mediante calor
- Lijado de una zona de aproximadamente 6 cm común a ambas láminas. Este lijado se realizará siempre en dirección perpendicular a la soldadura, no eliminando más de un 10% del espesor de la lámina
- Extrusión del material de aporte

El cordón de soldadura tendrá una anchura mínima de 3 cm y una altura mínima del espesor de la lámina de PEAD.

4.21.3. INSTALACIÓN Y MANIPULACIÓN

Durante la instalación y manipulación de las láminas de PEAD, será responsabilidad del instalador lo siguiente:

- Que la maquinaria y herramienta utilizada sea la adecuada para no dañar las geomembranas.
- Que ninguna de las personas que estén trabajando sobre las geomembranas fumen, lleven calzados que las dañen o realicen otro tipo de operaciones que puedan deteriorarlas.
- Que el método utilizado para desenrollarlas, no cause arañazos, ni deteriore el suelo del soporte o del geotextil de base.
- Que el sistema de distribución adoptado para las geomembranas minimice la formación de arrugas. Se deberá identificar el lugar donde se ha instalado cada rollo en planos o croquis.
- Que se coloquen contrapesos durante su instalación para prevenir descolocaciones causadas por el viento.
- Que el desenrollado de las geomembranas se realice a temperaturas ambientales que no superen los 36ºC.
- Que la instalación de las geomembranas no se realice durante precipitaciones, en presencia de excesiva humedad (niebla, rocío) o en presencia de vientos excesivos y siempre bajo el control del supervisor.
- Que se coloquen cargas adecuadas (por ejemplo, sacos de arena o artículos similares que no dañen la geomembrana) para prevenir levantamientos por el viento. Caso que los vientos sean fuertes, se colocarán cargas constantes a lo largo de los lados de las láminas para reducir el riesgo de flujo de viento bajo las láminas.

- Que las áreas de tráfico en contacto directo con las geomembranas se minimicen, protegiéndola con geotextiles, otra geomembrana superpuesta u otro sistema protector.

4.21.4. COMPROBACIONES Y ENSAYOS

Durante la instalación de la lámina de PEAD se realizará el control de calidad que se expone a continuación, cuyos resultados se reflejarán en el documento diario de la empresa instaladora.

Comprobación del terreno de apoyo de los materiales geosintéticos.

Se comprobará la superficie de apoyo de los materiales geosintéticos, mediante visita a obra por técnico especializado, verificando que se cumple lo que la UNE 104427:2010 recoge al respecto.

La superficie de apoyo deberá ser regular y uniforme, convenientemente compactada y con granulometría continua y con ausencia de tamaños grandes, raíces u otros elementos punzantes.

Control de calidad de las soldaduras por termofusión.

Se controlará el 100 % de las soldaduras, verificándose su calidad inmediatamente después de su ejecución. En caso de no conformidad se procederá a repetir la soldadura. Todas las soldaduras serán codificadas y recogidas en un plano de despiece de paños. Las soldaduras serán comprobadas mediante dos tipos de ensayos:

- Comprobación de estanqueidad del canal central de soldadura por prueba de aire a presión bajo norma UNE 104 481 Parte 3-2.

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa e incluidos en el informe final.

Criterio de aceptación / rechazo

No se aceptaran disminuciones mayores del 10 % de la presión administrada, tal como indica la norma UNE 104 481 Parte 3-2.

- Ensayo de desgarro/pelado mediante Tensiómetro de campo UNE 104304:2015.

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa e incluidos en el informe final

Criterio de aceptación / rechazo

No se aceptaran roturas en la zona de soldadura. La probeta debe romper por la zona inmediatamente contigua a la zona soldada. El valor de rotura será superior al marcado por la normativa de aplicación.

Control de Calidad de las soldaduras por extrusión.

Este tipo de soldadura solamente se hará cuando no haya otra posibilidad. Se soldará por extrusión en parches, refuerzos, botas, baberos, uniones a obras de fábrica, arquetas tubos y puntos triples entre láminas, tal y como indica la normativa UNE 104 427, y siempre que la máquina de termofusión no pueda hacerlo.

Se controlará el 100 % de las soldaduras, verificándose su calidad inmediatamente después de su ejecución. En caso de no conformidad se procederá a repetir la soldadura.

Todas las soldaduras serán codificadas y recogidas en un plano de despiece de paños

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa

El instalador realizará las soldaduras por extrusión siempre delante del técnico de control de calidad y serán comprobadas por dos tipos de ensayos:

- Comprobación de estanqueidad por el Método de la campana de vacío bajo norma UNE 104 425 Anexo c

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa e incluidos en el informe final.

Criterio de aceptación / rechazo

No se aceptarán aquellas soldaduras que muestren burbujas como reflejo de entrada de aíre.

- Comprobación de estanqueidad por el método del potenciómetro de campo (Chispómetro) Spark Test

Para la realización de este ensayo el instalador tendrá que tener siempre disponible hilo de cobre. El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa e incluidos en el informe final.

Criterio de aceptación / rechazo

No se aceptarán soldaduras que al pasar el chispómetro salten chispas como reflejo de establecerse conexión eléctrica.

Trazabilidad de la lámina PEAD mediante coordenadas GPS

- Se elaborará un plano de despiece con la correspondiente codificación y situación de los distintos paños de lámina PEAD, así como la correcta codificación y situación de todas las soldaduras, todos los ensayos, reparaciones y refuerzos.
- La situación de paños y soldaduras de lámina PEAD se realizará en plano georreferenciado.
- La trazabilidad de la lámina PEAD se realizará estableciendo la correspondencia entre los códigos de los diversos paños de lámina PEAD y los números de rollo y lote a los que corresponden.

Control de calidad de aspectos relacionados

- Verificación de los certificados del fabricante respecto a las especificaciones de proyecto y/o normativa.
- Comprobación sistemática de los parámetros de soldadura de termofusión (temperatura, presión de rodillos y velocidad de avance).
- Comprobación sistemática de los parámetros de soldadura de extrusión (temperatura del extrudado).
- Control del correcto despliegue de los distintos materiales geosintéticos.
- Medición de todos los parámetros ambientales recogidos en la normativa (temperatura ambiente, temperatura lámina, humedad relativa, etc.…)
- Recogida de toda la información en los correspondientes documentos de campo.
- Se controlará el marcado CE de los materiales comprobando los valores de la ficha técnica de los materiales asociada al marcado CE y comparándolos con los resultados de laboratorio y con valores de la normativa vigente y/o de proyecto.
- Comprobación del terreno de apoyo de los materiales geosintéticos emitiendo certificado de validez.
- Correcto solape entre materiales.
- Correcta ejecución de anclajes en zanjas, bermas y taludes.
- Las uniones de la lámina de PEAD a tuberías, obras de fábrica y en general puntos singulares serán especialmente comprobadas,

supervisando la ejecución de las uniones y sometiéndolas a las comprobaciones pertinentes mediante ensayos de campo.

- Dossier fotográfico

-Informe final de laboratorio y obra con sello de acreditación.

4.21.5. <u>DOCUMENTACIÓN A APORTAR</u>

El instalador antes de comenzar la colocación de las láminas aportará la documentación siguiente:

- Fases de realización. Se entregará el plano de las fases en que se va a realizar la impermeabilización, señalando en cada caso las zonas en donde se van a iniciar los trabajos.
- Planos de detalle. Donde se señalarán los anclajes de la lámina en coronación y los elementos singulares (arquetas, sumideros, tuberías, etc.).

Todos los días durante la ejecución de la impermeabilización, el instalador aportará un documento donde aparezca la localización, las fichas de identificación y de control de calidad de los rollos de lámina de PEAD colocados en ese día y los resultados de los controles y ensayos realizados.

4.22. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO GENERALES

Para el transporte y almacenamiento de los distintos elementos que forman parte del presente proyecto y que no se analizan específicamente en el presente pliego, se tendrá en cuenta lo especificado a continuación, el fabricante embalará y/o protegerá los distintos elementos que suministre, contra los posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas durante la manipulación, el transporte y el almacenamiento.

4.23. EJECUCIONES GENERALES

En las ejecuciones de las obras de este Proyecto no analizadas específicamente en este Capítulo, se estará a las normas de buena práctica constructiva, la legislación vigente en el momento de ejecución de las mismas y a las instrucciones que de la Dirección de Obra.

4.24. ENSAYOS Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES

No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados y aceptador por la Dirección de Obra, previa realización en su caso de las pruebas y ensayos previstos en este Pliego, los cuales siempre que sea posible, se realizarán en Laboratorios acreditados.

Todos los gastos de las pruebas y ensayos necesarios para definir las cualidades de los materiales de este Pliego de Condiciones y garantizar el cumplimiento de las especificaciones definidas en el mismo, serán abonados por el Contratista.

4.25. CASO EN QUE LOS MATERIALES NO SEAN DE RECIBO

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no cumplan las condiciones exigidas en el presente Pliego de Condiciones, ateniéndose el Contratista a lo que por escrito le ordene la Dirección de Obra.

4.26. ORDEN DE LOS TRABAJOS

La marcha simultánea o sucesiva de la construcción de las diversas partes de la obra, será objeto del estudio por el Contratista y culminará en una propuesta a la Dirección de la Obra para recabar la preceptiva autorización.

Si la Dirección estimase que debe procederse a la simultaneidad de varias actividades, el Contratista vendrá obligado al estudio de un nuevo plan que permita la simultaneidad antes aludida.

En todo caso, la contrata deberá someter a la Dirección de Obra el Plan de ejecución que se propone seguir para su aceptación, ateniéndose al mismo una vez aceptado.

4.27. CARTEL DE OBRA

La instalación de los carteles de obra correrá a cargo del Contratista y cumplirá con lo especificado por la Dirección de Obra en cuanto a contenido y dimensiones.

La ubicación de los mismos será acordada con la Dirección de Obra, al comienzo de la ejecución de la misma.

El número de carteles a instalar será hasta un máximo de cuatro y deberán permanecer instalados durante el plazo de ejecución y garantía de la obra, hasta la recepción definitiva de la misma. Una vez finalizado este periodo, será responsabilidad del contratista la retirada de los mismos. SEIASA no devolverá las garantías de obra depositadas por la constructora hasta que se verifique su retirada.

Será responsabilidad del contratista además el correcto mantenimiento de los mismos durante el período en el que han de estar instalados, debiendo subsanar cualquier deterioro que sufran los mismos.

4.28. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

En relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas por la Junta de Castilla y León mediante contenedores o sacos industriales apropiados.

Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas.

Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Con carácter Particular:

Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares…para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes. Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles…). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan
El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 m³, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en

acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos
El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra…) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15 cm a lo largo de todo su perímetro. En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.
El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contadores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio
En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.
Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras…), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados. La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora…) son centros con la autorización autonómica, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en el registro pertinente

Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos
La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases…)serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.
Para el caso de los posibles residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos. En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.
Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros
Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.
Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

5. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES FACULTATIVAS

5.1. OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA

5.1.1. REMISIÓN DE SOLICITUD DE OFERTAS

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

5.1.2. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE DIRECCIÓN

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Director de Obra, solo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Director de Obra, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Director de Obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

5.1.3. DESPIDO POR INSUBORDINACIÓN, INCAPACIDAD Y MALA FE

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Director de Obra, sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Director de Obra lo reclame.

5.1.4. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DE LOS TRABAJOS

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el establecido en las cláusulas del contrato y en caso de no existir, el importe de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de utilización de la obra en la fecha prevista, debidamente justificados.

5.1.5. INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA TRABAJOS

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

1.- Los incendios causados por electricidad atmosférica.

2.- Los daños producidos por terremotos y maremotos.

3.- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.

Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.

Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

5.1.6. COPIA DE LOS DOCUMENTOS

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El Director de Obra, si el Contratista solicita éstos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

5.2. TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

5.2.1. LIBRO DE ÓRDENES

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

El libro de órdenes permanecerá en el lugar y bajo la custodia de quien designe la Dirección de Obra, o en su defecto, en la casilla y oficina de la obra del Contratista. En el libro de órdenes, se anotarán las órdenes y comentarios que el Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra, pudiendo ser realizadas tanto por el propio

Director de Obra, como por quien éste haya facultado mediante consignación en el libro.

5.2.2. COMIENZO DE LOS TRABAJOS Y PLAZO DE EJECUCIÓN

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Director de Obra del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación: previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el artículo 7.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Director de Obra, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo este dar acuse de recibo.

El acto de confrontación de replanteo deberá firmarse antes de los treinta (30) días siguientes a la fecha de otorgamiento del contrato.

Las obras quedarán terminadas dentro del plazo establecido.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en la Reglamentación Oficial de Trabajo.

5.2.3. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

El Contratista empleará los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las Condiciones Generales de índole Técnica" del "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación" 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 de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Director de Obra o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

5.2.4. TRABAJOS DEFECTUOSOS

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Obra o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, 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 antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán

disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si esta no estimase justa la resolución y se negase la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo con lo establecido en el artículo correspondiente.

5.2.5. OBRAS Y VICIOS OCULTOS

Si el Director de Obra 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, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición de la reconstrucción que se ocasionen, así como de correcta reinstalación serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario correrán a cargo del propietario.

5.2.6. ABONO DE LAS OBRAS

Todas las unidades de obra se abonarán conforme lo especificado en el presupuesto del presente proyecto, entendiendo por unidad de obra la unidad realmente ejecutada.

- NORMAS GENERALES

Las mediciones de las obras vienen establecidas en el Presupuesto.

Los trabajos se abonarán tomando como base las dimensiones fijadas en el Proyecto aunque las medidas de control arrojen cifras superiores. Por lo tanto no serán de abono los excesos de obra que, por su conveniencia, errores u otras causas, ejecute el Contratista. Sólo en caso de que el Director de Obra hubiese encargado por escrito mayores dimensiones de las que figuran en el Proyecto, se tendrán en cuenta en la valoración.

- VALORACIÓN DE LA OBRA

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y gastos generales, y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja de la oferta hecha por el Contratista.

Todas las unidades de obra de instalación de tuberías llevan incluidas las pruebas de las mismas (medios humanos, maquinaria, agua o fluido de prueba, elementos de medida, tapones tanto de final de línea como de extremos de tramos, topes, dados de anclaje, celosía de transmisión de esfuerzos de extremos hasta dichos dados de anclaje, etc.). Hasta que éstas no estén realizadas satisfactoriamente, la unidad de obra no será tal al no estar completa, por lo que tampoco será de abono metro alguno de las mismas mediante certificación. Será potestad única de la Dirección de Obra, en función del ritmo de consecución de pruebas previas con resultado satisfactorio por parte de la constructora, el establecimiento de un % de abono de las unidades de obra o material de las mismas correspondientes.

- MEDICIONES PARCIALES Y FINALES

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal.

- EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posible errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna.

Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

- VALORACIÓN DE OBRA INCOMPLETAS

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios de presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

- CERTIFICACIONES

La Dirección, tomando como base las mediciones de las unidades de obra ejecutadas a que y los precios contratados, redactará mensualmente la correspondiente relación valorada al origen.

El Ingeniero Director de las Obras expedirá y tramitará las certificaciones, en los cinco días siguientes del periodo a que corresponden, tomando como base la relación valorada. El contratista facilitará relación valorada antes del día 25 del mes en curso.

- PRECIOS UNITARIOS

Los precios unitarios, que se definen en los "Cuadros de Precios" del presente Proyecto, y que son los de aplicación a las correspondientes unidades de obra para abono al Contratista, cubren todos los gastos necesarios para la completa ejecución material de la Unidad de Obra correspondiente, de forma que ésta pueda ser recibida por la Administración, incluidas todas las operaciones, mano de obra, materiales y medios auxiliares que fuesen necesarios para la ejecución de cada unidad de obra.

Asimismo, quedan incluidos todos los gastos que exige el presente PPTP, y del PG-4/88 de O.M. de 21 de Enero de 1.998 (B.O.E. del 3 de Febrero).

- TOLERANCIAS

En el presente P.P.T.P. no se prevén ningún tipo de tolerancias en las mediciones de las unidades de obra, en general; y por tanto, cualquier exceso de obra que no haya sido autorizado por el Ingeniero Director no será de abono.

- EXCAVACIONES DE LA RED DE RIEGO

Las excavaciones de la red de riego se abonarán conforme al perfil longitudinal aprobado en obra, expresando en metros cúbicos (m^3) y conforme a la sección tipo de zanja definida en el proyecto para cada diámetro de tubería.

El precio unitario de m^3 de excavación de la red de riego incluye los siguientes conceptos:

- Todos los medios necesarios para llevar a cabo las excavaciones en terrenos de cualquier naturaleza, incluido un 10 % de excavación en roca.
- Todos los medios necesarios para la nivelación laser del fondo de zanja hasta una profundidad máxima de 6 m,
- Perfilado de laterales y fondos

- Entibado
- Agotamiento
- Apilado y traslado en obra de productos de excavación
- Aportación de riegos con cuba para minimizar la emisión de partículas de polvo a la atmósfera.
- Creación de nichos
- Catas para la localización de instalaciones o infraestructuras afectadas.
- Todos los trabajos y materiales necesarios para la realización de pista de servicio paralela a la propia zanja
- Todos los trabajos para la ejecución de los accesos necesarios (como tapado de pozos, talado de árboles, retirada de árboles, tocones, y gestión del residuo).
- Reparación y reposición de caminos y viales existentes.
- Reposición de servicios afectados (cables eléctricos, instalaciones de riego, conducciones, etc.).
- Ejecución de balates y márgenes existentes antes de la excavación
- Pérdida de rendimiento por la presencia de servicios afectados.
- Todas las operaciones separación y acopio de la tierra vegetal para su posterior reutilización. Incluso carga y transporte a lugar de empleo, distancia máxima de 5 km.
- Todas las operaciones de carga y transporte a lugar de acopio temporal del material procedente de la excavación para su reutilización, así como las operaciones de carga y transporte al lugar de origen.

- <u>ASIENTO Y RELLENO DE MATERIAL GRANULAR 6/12 MM</u>

Los rellenos de gravilla de la red de tuberías se abonarán, expresados en metros cúbicos (m³), conforme a las mediciones deducidas de los planos del Proyecto (sección tipo de zanja para cada diámetro de tubería) o medidas con arreglo a las modificaciones ordenadas por escrito, durante la ejecución de los trabajos por el facultativo Director de Obra.

- <u>TERRAPLENES, RELLENOS Y TAPADOS</u>

Los terraplenes y rellenos se abonarán por su volumen al precio por metro cúbico (m³) que fije el presupuesto. El volumen de esta unidad se medirá después de ejecutada y consolidada, es decir no se considera factor de esponjamiento.

- TUBOS DE HORMIGÓN POSTESADO CAMISA DE CHAPA, DE ACERO, DE PE100, DE PVC-U Y PVC ORIENTADO

Los tubos de hormigón con camisa de chapa (postesado), tubos de acero, tubos de PE100, PVC-U, PVC-Orientado, así como cualquier otro tubo empleado se abonarán por su longitud, conforme a los planos de perfiles longitudinales aprobados para la ejecución de los ramales durante la obra (siempre se entenderá la longitud sobre su proyección horizontal), al precio que fije el presupuesto por metro lineal.

El precio unitario de ml de tubería incluye los siguientes conceptos:

- Todos los medios necesarios para el transporte y colocación. Medios y materiales auxiliares, tales como soldaduras, juntas (normales y acerrojadas), tornillería, etc.
- Todas las operaciones necesarias de preparación de la superficie o lecho de asiento
- Todas las operaciones necesarias (achique) para la instalación de la tubería en seco
- Todas las piezas especiales necesarias de dimensiones, materiales y calidades definidas en el presente pliego
- Los macizos de hormigón armado necesarios para el correcto anclaje de las piezas especiales
- La prueba de presión conforme UNE -805
- La pérdida de rendimientos durante el montaje por los servicios afectados

Para proceder a su abono la unidad deberá estar completamente colocada y probada.

- PIEZAS ESPECIALES DE LA RED DE RIEGO

El abono de las piezas especiales de la red de riego se incluye como parte del ml de tubería correspondiente.

Las dimensiones, materiales y calidades de las diferentes piezas especiales serán las definidas en el presente proyecto, en el anejo nº 13, en este pliego o conforme a las modificaciones ordenadas por escrito, durante la ejecución de los trabajos por el facultativo Director de Obra.

- ANCLAJES DE PIEZAS ESPECIALES

El abono de los anclajes para las piezas especiales de la red de riego se incluye como parte del metro lineal de tubería correspondiente.

Dicho precio incluye la cantidad de hormigón necesaria para el correcto anclaje (agua, arena, cemento, árido, aditivo, …), así como todas las operaciones de

preparación, transporte, puesta en obra, vibrado, curado y terminación. También quedan incluidos los encofrados y armaduras necesarias.

La dimensión de los anclajes para las piezas especiales de la red de riego serán conformes a los planos del Proyecto, anejo de cálculo de anclajes, o conforme a las modificaciones ordenadas por escrito, durante la ejecución de los trabajos por el facultativo Director de Obra.

- OTROS HORMIGONES

Se abonarán los metros cúbicos (m³) obtenidos de los planos del Proyecto o con arreglo a las modificaciones introducidas por el Director de Obra en el replanteo o durante la ejecución de los trabajos, que constará, en planos de detalle y órdenes escritas.

- OTROS ENCOFRADOS

Se abonarán los metros cuadrados (m²) de las distintas fábricas de hormigón realmente ejecutados, deducidos de los planos del Proyecto o medidos con arreglo a las modificaciones introducidas por el Director de Obra en el replanteo o durante la ejecución de los trabajos, que constará, en planos de detalle y órdenes escritas.

- OTRAS ARMADURAS

Las armaduras se abonarán por su peso en kilogramos (kg) al precio que fije el presupuesto. Antes de hormigonar cada elemento, se medirán detalladamente las barras colocadas, haciéndose una medición por duplicado que firmarán conjuntamente la Dirección de Obra y la Contrata.

Sólo se abonarán las armaduras realmente colocadas en obra, entendiéndose incluido en el precio unitario la parte proporcional de despuntes, sobrantes, etc. Se medirá la longitud de las piezas de cada diámetro Colocado en obra y se multiplicara por el peso teórico unitario.

- HINCAS

Las hincas se abonarán por su longitud, conforme a los planos de perfiles longitudinales aprobados para la ejecución durante la obra, al precio que fije el presupuesto por metro lineal.

Estarán incluidas en dicho precio unitario:

- El metro lineal de tubería de acero a hincar con las dimensiones y calidades definidos en planos y presupuesto.
- Todas las operaciones necesarias de preparación de la superficie
- Todas las operaciones de transporte de equipos y maquinaría necesarias para las operaciones de hincado
- Todas las operaciones de excavación de pozos de ataque y salida
- Todas las operaciones de anclaje y guiado de tubería para hinca
- Todos los medios y materiales auxiliares, tales como grupos electrógenos, etc.
- Todas las operaciones necesarias (achique) para la ejecución de la hinca, así como de la instalación de la tubería en el interior de la hinca en seco.

La unidad deberá estar completamente colocada de acuerdo con las mediciones del presente Pliego para proceder a su abono.

- <u>EQUIPAMIENTOS (VÁLVULAS, VENTOSAS, ETC.)</u>

Se abonarán las unidades según el valor que en el Cuadro de Precios figure para el respectivo equipamiento, que sean realmente ejecutadas, deducidas de los planos del Proyecto o medidas con arreglo a las modificaciones que fueron ordenadas por escrito, durante la ejecución de los trabajos por el facultativo Director de Obra.

En el precio se incluyen todos los materiales y operaciones necesarias para su correcta colocación y prueba sujeta a la aprobación de la Dirección de Obra.

- <u>OTRAS FÁBRICAS Y TRABAJOS</u>

En la ejecución de otras fábricas y trabajos que entren en la construcción de las obras, para las cuales no existieran prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego, el Contratista se atendrá, en primer término, a lo que resulta de los planos, cuadros de precios y presupuestos; en segundo término, a las buenas prácticas seguidas en fábricas y trabajos análogos por los mejores constructores.

El Contratista dentro de las prescripciones de este Pliego, tendrá la libertad para dirigir la marcha de las obras y para emplear los procedimientos que juzgue convenientes, con tal que con ello no resulte perjuicio para la buena ejecución o futura subsistencia de aquéllas, debiendo la Dirección de Obra, en casos dudosos que con estos se relacionen, resolver sobre estos puntos.

- ACERO EN PERFILES LAMINADOS, COLOCADO

La medición del acero en perfiles laminados se realizará transformando las longitudes colocadas en kilogramos de peso, mediante la relación que para cada perfil existe entre aquellas dos magnitudes.

En el precio queda incluido, además de lo especificado en el presente Pliego, los materiales empleados en sujeción, soldaduras, remates, solapes y la mano de obra necesaria para realizarlos.

- ACERO EN PERFILES ANGULARES Y EN CHAPA

Se abonará por kilogramos (kg) de acero, medidos por pesada de báscula oficial y en el precio se incluyen todos los elementos de unión y secundarios necesarios para su colocación y especialmente en la chapa, el tratamiento especial anticorrosivo que se define en el presente Pliego.

En caso de que fuera difícil o imposible la realización de las pesadas, se abonará mediante medición teórica, teniendo en cuenta las siguientes prescripciones:

- La longitud de las piezas lineales de un determinado perfil se multiplicará por el peso unitario respectivo, que se reseña en las normas UNE.
- Para el peso de la chapa, se tomará como peso específico del acero, siete kilogramos ochocientos gramos por decímetro cúbico (7,80 kg/dm^3).

5.2.7. MATERIALES NO UTILIZABLES O DEFECTUOSOS

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Director de Obra, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc., antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Director de Obra dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Director de Obra.

5.2.8. SEGURO DE LOS TRABAJOS

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan, por Contrata los objetos asegurados, El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a 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, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la 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 le hubiesen abonado, pero solo 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 Director de Obra.

En las obras de reforma o reparación se fijará, previamente, la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

5.2.9. MEDIOS AUXILIARES

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 estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director de Obra y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán así mismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

5.2.10. OBRAS QUE NO SON DE ABONO

No se pagarán las obras que no se ajusten al Proyecto o las no autorizadas por escrito del Director de Obra y que el Adjudicatario haya ejecutado por error, por comodidad o por conveniencia.

5.2.11. OTROS GASTOS DE CUENTA DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas; los de construcción, desmontaje y retirada de construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósito de maquinaria o materiales; los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras; los de construcción y conservación de caminos provisionales para desvíos de tráfico y servicio de las obras; los debidos a la ejecución de desagües, colocación de señales de tráfico, señalización de seguridad y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de la obra de acuerdo con la legislación vigente; los de retirada total al finalizar la Obra; los provocados por la acometida, instalación y consumo de energía eléctrica, agua o cualquier otro concepto similar, que sea necesario para las obras; los de demolición de las instalaciones provisionales; los de retirada de los materiales rechazables; los provocados por la corrección de deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos, pruebas o por dictamen del Ingeniero Director.

Igualmente serán de cuenta del Contratista los gastos originados por los ensayos de materiales y los de control de calidad de las obras, con los límites legales establecidos.

Serán de cuenta del Contratista la elaboración y correspondiente pago de los proyectos que haya que realizar para conseguir los permisos para la puesta en marcha de las instalaciones, entendiéndose que dichos pagos van incluidos en las unidades de obra correspondientes.

Serán de cuenta del Contratista la indemnización a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen en la explotación de

canteras, la extracción de tierras para la ejecución de terraplenes, el establecimiento de almacenes, talleres o depósitos, los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte, en general, cualquier operación que se derive de la propia ejecución de las obras.

También serán a cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiere lugar por perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes debidos a una señalización o protección insuficiente o defectuosa, así como los gastos de vigilancia para el perfecto mantenimiento de las medidas de seguridad.

Así mismo serán de cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiera lugar por perjuicios que se ocasionen a terceros por interrupción de servicios públicos a particulares, daños causados en sus bienes por aperturas de zanjas, desvíos de cauces, explotación de préstamos y canteras, establecimiento de almacenes, talleres, depósitos de materiales, maquinaria y cuantas operaciones requieran la ejecución de las obras.

En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras.

5.3. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN

5.3.1. RECEPCIONES PROVISIONALES

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Director de Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado, han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se ha realizado la puesta en marcha efectiva a plena carga de las instalaciones y éstas han sido recibidas provisionalmente, comenzará en dicho momento el plazo de garantía, incluyendo al menos 2 campañas de riego completas.

Se ha de sustituir con lo resaltado.

Se darán por percibidas provisionalmente comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará como mínimo de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Director de Obra debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo

reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

5.3.2. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía se establecerá en el pliego de cláusulas administrativas particulares del contrato atendiendo a la naturaleza y complejidad de la obra y no podrá ser inferior al tiempo concurrente de al menos dos campañas completas de riego que sigan a la puesta en marcha del conjunto de todas las instalaciones de la obra ejecutada. La puesta en marcha debe completar las especificaciones recogidas en el pliego y su anejo correspondiente, y abarcará el periodo de una campaña de riego completa, sin que ésta compute como plazo de garantía.

Previa a la recepción de la obra y durante el plazo de garantía, el Contratista, corriendo de su cuenta, pondrá a disposición, en las instalaciones generales de la Comunidad de Regantes, el material general especificado en el anejo de puesta en marcha, para que tanto en la puesta en marcha como en el período de garantía, las reparaciones y otras actuaciones que se deriven de una incorrecta instalación o montaje, puedan corregirse o solucionarse de inmediato, aún sin la presencia de la Contrata, por motivos de urgencia y seguridad. En todo caso, si durante el periodo de garantía fuese necesario utilizar parte de este material, éste será repuesto nuevamente de forma que antes de finalizar la obra y previo a la recepción definitiva quede en los almacenes de la Comunidad de Regantes y a su plena disposición el material reflejado en el citado anejo de puesta en marcha.

Durante el plazo de garantía será de cuenta del Contratista todas las obras de conservación definidas en el Proyecto.

Además, serán de cuenta del Contratista, las indemnizaciones a que hubiere lugar por perjuicios a terceros, como consecuencia de inundaciones por roturas y/o averías, trabajos de reparación de las mismas, así como accidentes debidos a una señalización o protección insuficiente o defectuosa imputable a aquél.

Asimismo, serán de cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiere lugar por perjuicios que se ocasionen a terceros por interrupción de servicios públicos o particulares, daños causados en sus bienes por apertura de zanjas o desvíos de cauces, habilitación de caminos provisionales, explotación de préstamos y canteras, establecimiento de almacenes, talleres, depósitos de maquinaria, materiales, y

cuantas operaciones requiera la ejecución de las obras, siempre que no se hallen comprendidas en el proyecto respectivo o se deriven de una actuación culpable o negligente del Contratista.

5.3.3. CONSERVACIÓN DE TRABAJOS RECIBIDOS PROVISIONALMENTE

Si el Contratista, siendo su obligación no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Director de Obra fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo 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 fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y repasar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

El Contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

5.3.4. RECEPCIÓN DEFINITIVA

Terminando el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Agrónomo Director de las Obras, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdidas de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

5.3.5. LIQUIDACIÓN FINAL

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Director de Obra.

5.3.6. LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

5.4. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

Palencia, Mayo de 2023

Autor del Proyecto,	Vº.Bº,
El Ingeniero Agrónomo:	Subdirector de Infraestructuras Agrarias:
Fdo.: D. Ignacio Cabañas Rincón	Fdo.: Miguel Ángel García Turienzo