

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	11
1.1. OBJETO DE ESTE PLIEGO	11
1.2. SITUACIÓN DE LAS OBRAS	11
1.3. OBRAS QUE COMPRENDE	11
2. NORMATIVA APLICABLE	12
3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: MATERIALES	15
3.1. PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES.....	15
3.2. EXAMEN Y PRUEBA DE LOS MATERIALES.....	16
3.2.1. <i>Presentación previa de muestras</i>	16
3.2.2. <i>Ensayos</i>	16
3.2.3. <i>Gastos de los ensayos</i>	16
3.3. MATERIAL PARA CAMA DE ASIENTO DE TUBERÍAS Y RELLENOS SELECCIONADO DE ZANJAS DE TUBERÍAS	17
3.3.1. <i>Calidad de los materiales</i>	17
3.3.2. <i>Control de calidad</i>	17
3.4. MATERIAL ORDINARIO PARA RELLENO DE ZANJAS DE TUBERÍAS.....	17
3.5. MATERIAL PARA DOTAR AL TERRENO DE CAPACIDAD PORTANTE	17
3.6. PIEDRA PARA ESCOLLERA.....	17
3.6.1. <i>Calidad de los materiales</i>	17
3.6.2. <i>Control de calidad</i>	19
3.7. COMPONENTES DE HORMIGONES	20
3.7.1. <i>Cemento</i>	20
3.7.2. <i>Agua</i>	20
3.7.3. <i>Áridos</i>	21
3.7.4. <i>Aditivos</i>	29
3.7.5. <i>Adiciones</i>	30
3.7.6. <i>Control de calidad</i>	30
3.8. HORMIGÓN.....	32
3.8.1. <i>Composición</i>	32
3.8.2. <i>Características mecánicas</i>	32
3.8.3. <i>Valor mínimo de la resistencia</i>	33
3.8.4. <i>Docilidad del hormigón</i>	34
3.8.5. <i>Tipificación de los hormigones</i>	34
3.8.6. <i>Control de calidad</i>	35
3.9. ACERO EN REDONDOS PARA ARMADURAS PASIVAS	45
3.9.1. <i>Barras y rollos de acero soldable</i>	46
3.9.2. <i>Armaduras pasivas</i>	49
3.9.3. <i>Control de calidad del acero para armaduras pasivas</i>	55
3.9.4. <i>Control de calidad de las armaduras pasivas</i>	57
3.10. BANDAS PARA LA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS DE DILATACIÓN.....	67
3.10.1. <i>Control de calidad</i>	67
3.10.2. <i>Control de calidad</i>	68
3.11. JUNTAS DE PERFIL HIDROEXPANSIVO	68
3.11.1. <i>Calidad de los materiales</i>	68
3.11.2. <i>Control de calidad</i>	70
3.12. IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS ENTERRADOS	70
3.12.1. <i>Calidad de los materiales</i>	70
3.12.2. <i>Control de calidad</i>	71
3.13. LÁMINA GEODRENANTE	71
3.13.1. <i>Calidad de los materiales</i>	71

3.13.2.	Control de calidad	72
3.14.	TERRAPLÉN DE LA Balsa	72
3.14.1.	Calidad de los materiales:.....	72
3.14.2.	Control de calidad	73
3.15.	ZAHORRA ARTIFICIAL DE 1" (ZA 0/20)	74
3.15.1.	Calidad de los materiales	74
3.15.2.	Control de calidad	74
3.16.	AGLOMERADO EN CALIENTE.....	75
3.16.1.	Calidad de los materiales	75
3.16.2.	Control de calidad	79
3.17.	CAMINO CORONACIÓN Balsa	80
3.17.1.	Calidad de los materiales	80
3.17.2.	Control de calidad	81
3.18.	TUBERÍAS DE PVC-O	81
3.18.1.	Calidad de los materiales	81
3.18.2.	Control de calidad	87
3.19.	ACCESORIOS DE PVC-O.....	88
3.19.1.	Calidad de los materiales	88
3.19.2.	Control de calidad	91
3.20.	TUBERÍAS DE PVC CORRUGADO PARA SANEAMIENTO	91
3.20.1.	Calidad de los materiales	91
3.20.2.	Control de calidad	102
3.21.	TUBERÍAS DE DRENAJE PARA LOS DRENES DE LA Balsa.....	103
3.21.1.	Calidad de los materiales	103
3.21.2.	Control de calidad	105
3.22.	TUBERÍAS Y PIEZAS ESPECIALES DE PRFV	105
3.22.1.	Calidad de los materiales:.....	105
3.22.2.	Control de calidad:.....	130
3.23.	TUBERÍA DE ACERO HELICOSOLDADO	132
3.23.1.	Calidad de los materiales	132
3.23.2.	Control de calidad	138
3.24.	PIEZAS ESPECIALES DE ACERO HELICOSOLDADO	139
3.24.1.	Calidad de los materiales	139
3.24.2.	Control de calidad	142
3.25.	TUBERÍAS METÁLICAS PARA HINCAR.....	142
3.25.1.	Calidad de los materiales	142
3.25.2.	Control de calidad	143
3.26.	TUBERÍAS METÁLICAS PARA RANURAR.....	143
3.26.1.	Calidad de los materiales	143
3.26.2.	Control de calidad	145
3.27.	SEPARADORES DE TUBERÍAS PARA ENCAMISADOS	145
3.27.1.	Calidad de los materiales	145
3.27.2.	Control de calidad	146
3.28.	MANGUITOS FLEXIBLES DE ACERO TIPO ARPOL O SIMILAR.....	146
3.28.1.	Calidad de los materiales	146
3.28.2.	Control de calidad	148
3.29.	SOLDADURA EN PIEZAS METÁLICAS.....	149
3.29.1.	Calidad de los materiales	149
3.29.2.	Control de calidad	149
3.30.	REVESTIDO EN PIEZAS METÁLICAS	149
3.30.1.	Calidad de los materiales	149
3.30.2.	Control de calidad	150
3.31.	RANURADO EN PIEZAS METÁLICAS.....	150
3.31.1.	Ranurado realizado por laminación	151
3.31.2.	Ranurado realizado por mecanizado	153

3.31.3.	Control de calidad	154
3.32.	BRIDAS EN PIEZAS METÁLICAS	154
3.32.1.	Calidad de los materiales	154
3.32.2.	Control de calidad	167
3.33.	JUNTAS ELASTOMÉRICAS	167
3.33.1.	Calidad de los materiales	167
3.33.2.	Control de calidad	168
3.34.	LUBRICANTES.....	169
3.34.1.	Calidad de los materiales	169
3.34.2.	Control de calidad	169
3.35.	TORNILLERÍA.....	169
3.35.1.	Calidad de los materiales	169
3.35.2.	Control de calidad	170
3.36.	PIEZAS ESPECIALES METÁLICAS	172
3.36.1.	Calidad de los materiales	172
3.36.2.	Control de calidad	177
3.37.	PASAMUROS METÁLICOS.....	177
3.38.	ARQUETAS PREFABRICADAS	177
3.38.1.	Arquetas de hidrantes.....	178
3.38.2.	Arquetas de ventosas y válvulas	180
3.39.	MARCOS, PASOS EN LOSA Y LOSAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN ARMADO	184
3.40.	TAPAS DE ARQUETAS PREFABRICADAS	192
3.40.1.	Control de calidad	197
3.41.	CARRETES DE ENTRADA Y SALIDA DE HIDRANTES.....	197
3.42.	ELEMENTOS RANURADOS DE HIDRANTE.....	199
3.42.1.	Calidad de los materiales	199
3.42.2.	Control de calidad	201
3.43.	PURGADORES DE HIDRANTE.....	202
3.43.1.	Calidad de los materiales	202
3.43.2.	Control de calidad	202
3.44.	VENTOSAS TRIFUNCIONALES	203
3.44.1.	Calidad de los materiales	203
3.44.2.	Control de calidad	205
3.45.	VÁLVULAS DE MARIPOSA RANURADAS.....	206
3.45.1.	Control de calidad	206
3.45.2.	Control de calidad	210
3.46.	VÁLVULAS DE ESFERA	210
3.46.1.	Calidad de los materiales:.....	210
3.46.2.	Control de calidad	210
3.47.	TES DE 1"	210
3.47.1.	Calidad de los materiales:.....	210
3.47.2.	Control de calidad	210
3.48.	MANGUITO DE 1/8".....	211
3.48.1.	Calidad de los materiales:.....	211
3.48.2.	Control de calidad	211
3.49.	MANGUITO DE ROSCA INFERIOR DE 1"	211
3.49.1.	Calidad de los materiales:.....	211
3.49.2.	Control de calidad	211
3.50.	TUBO DE ROSCA INFERIOR DE 1"	211
3.50.1.	Calidad de los materiales:.....	211
3.50.2.	Control de calidad	211
3.51.	FILTRO CAZAPIEDRAS.....	211
3.51.1.	Calidad de los materiales:.....	211
3.51.2.	Control de calidad	214
3.52.	VÁLVULAS HIDRÁULICAS.....	214

3.52.1.	Calidad de los materiales.....	214
3.52.2.	Control de calidad.....	216
3.53.	VÁLVULAS DE COMPUERTA.....	218
3.53.1.	Calidad de los materiales.....	218
3.53.2.	Control de calidad.....	220
3.54.	VÁLVULAS DE MARIPOSA EMBRIDADAS.....	221
3.54.1.	Control de calida.....	221
3.54.2.	Control de calidad.....	223
3.55.	VÁLVULAS DE RETENCIÓN.....	224
3.55.1.	Calidad de los materiales.....	224
3.55.2.	Control de calidad.....	226
3.56.	VÁLVULAS DE ALIVIO.....	226
3.56.1.	Calidad de los materiales.....	226
3.56.2.	Control de calidad.....	227
3.57.	JUNTAS DE EPDM.....	228
3.57.1.	Calidad de los materiales:.....	228
3.58.	CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO.....	228
3.58.1.	Calidad de los materiales.....	228
3.58.2.	Control de calidad.....	229
3.59.	CONTADORES.....	230
3.59.1.	Calidad de los materiales.....	230
3.59.2.	Control de calidad.....	234
3.60.	COMPUERTAS.....	235
3.60.1.	Calidad de los materiales.....	235
3.60.2.	Control de calidad.....	236
3.61.	GEOTEXTIL.....	236
3.61.1.	Calidad de los materiales.....	236
3.61.2.	Control de calidad.....	239
3.62.	LÁMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.....	240
3.62.1.	Calidad de los materiales.....	240
3.62.2.	Control de calidad.....	244
3.63.	CANDADOS.....	245
3.63.1.	Calidad de los materiales.....	245
3.63.2.	Control de calidad.....	245
3.64.	CERRAMIENTOS DEL VALLADO.....	246
3.64.1.	Calidad de los materiales.....	246
3.64.2.	Control de calidad.....	247
3.65.	ESTRUCTURA METÁLICA.....	247
3.65.1.	Calidad de los materiales.....	247
3.65.2.	Control de calidad.....	250
3.66.	ENTRAMADO DE ACERO O TRAMEX Y BARANDILLAS.....	252
3.66.1.	Control de calidad.....	252
3.66.2.	Control de calidad.....	253
3.67.	BOMBAS.....	253
3.67.1.	Control de calidad.....	255
3.68.	MOTORES.....	256
3.68.1.	Calidad de los materiales.....	256
3.68.2.	Control de calidad.....	257
3.69.	COLECTORES.....	258
3.70.	ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN RESISTENTES.....	261
3.70.1.	Calidad de los materiales.....	261
3.70.2.	Control de calidad.....	282
3.71.	VENTANAS METÁLICAS.....	292
3.71.1.	Calidad de los materiales.....	292
3.71.2.	Control de calidad.....	292

3.72.	VIDRIO PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO	292
3.72.1.	<i>Calidad de los materiales</i>	292
3.72.2.	<i>Control de calidad</i>	292
3.73.	PROTECCIÓN DE VENTANAS	292
3.73.1.	<i>Calidad de los materiales</i>	293
3.73.2.	<i>Control de calidad</i>	293
3.74.	PUERTAS METÁLICAS	294
3.74.1.	<i>Calidad de los materiales</i>	294
3.74.2.	<i>Control de calidad</i>	295
3.75.	PUENTE GRÚA.....	295
3.75.1.	<i>Calidad de los materiales</i>	295
3.75.2.	<i>Control de calidad</i>	296
3.76.	CERRAMIENTO Y CUBIERTA	300
3.76.1.	<i>Calidad de los materiales</i>	300
3.76.2.	<i>Control de calidad</i>	300
3.77.	ALBAÑILERÍA	301
3.77.1.	<i>Calidad de los materiales</i>	301
3.77.2.	<i>Control de calidad</i>	302
3.78.	CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	303
3.78.1.	<i>Calidad de los materiales</i>	303
3.78.2.	<i>Control de calidad</i>	305
3.79.	FONTANERÍA Y SANEAMIENTO	305
3.79.1.	<i>Calidad de los materiales</i>	305
3.79.2.	<i>Control de calidad</i>	307
3.80.	URBANIZACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO	307
3.80.1.	<i>Calidad de los materiales</i>	308
3.80.2.	<i>Control de calidad</i>	308
3.81.	ACERA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO	308
3.82.	MATERIALES CUYAS CONDICIONES NO ESTÁN ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO	308
4.	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: EJECUCIÓN.....	309
4.1.	PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA	309
4.2.	REPLANTEO	310
4.3.	APORTACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA	310
4.4.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	311
4.4.1.	<i>Despeje y desbroce</i>	311
4.5.	ZANJAS.....	313
4.5.1.	<i>Excavación de las zanjas</i>	313
4.5.2.	<i>Agotamiento de zanjas y rebajamiento del nivel freático</i>	313
4.5.3.	<i>Cama de apoyo</i>	314
4.5.4.	<i>Material ordinario para relleno de zanjas de tuberías</i>	315
4.6.	BALSA	315
4.6.1.	<i>Plano de fundación y explanada</i>	315
4.6.2.	<i>Materiales empleados</i>	316
4.6.3.	<i>Extendido de la tongada</i>	316
4.6.4.	<i>Compactación del terraplén</i>	317
4.6.5.	<i>Control de la ejecución</i>	317
4.7.	ESCOLLERA.....	317
4.8.	PLANO DE FUNDACIÓN	318
4.8.1.	<i>Equipos</i>	318
4.8.2.	<i>Especificaciones de la unidad terminada</i>	318
4.8.3.	<i>Control de la ejecución</i>	319
4.9.	BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL.....	319
4.9.1.	<i>Equipos</i>	319
4.9.2.	<i>Fórmula de trabajo</i>	320

4.9.3.	Preparación de la superficie existente	320
4.9.4.	Vertido y extensión	321
4.9.5.	Compactación	321
4.9.6.	Especificaciones de la unidad terminada.....	321
4.9.7.	Limitaciones de la ejecución	322
4.9.8.	Control de calidad.....	322
4.10.	RIEGO DE IMPRIMACIÓN Y ADHERENCIA	324
4.10.1.	Transporte.....	324
4.10.2.	Equipo para aplicación de la emulsión.....	324
4.10.3.	Recepción e identificación.....	324
4.10.4.	Preparación de la superficie existente	325
4.10.5.	Aplicación de la emulsión bituminosa.....	326
4.10.6.	Limitaciones de la ejecución	326
4.10.7.	Control de calidad	326
4.11.	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE	326
4.11.1.	Preparación de la superficie existente	326
4.11.2.	Fabricación de la mezcla.....	327
4.11.3.	Transporte.....	327
4.11.4.	Extensión.....	328
4.11.5.	Compactación	328
4.11.6.	Juntas transversales y longitudinales	329
4.11.7.	Especificaciones de la unidad terminada.....	329
4.11.8.	Limitaciones de la ejecución	330
4.11.9.	Control de calidad	330
4.12.	FABRICACIÓN Y SUMINISTRO DE HORMIGÓN.....	332
4.12.1.	Instalaciones de fabricación del hormigón.	332
4.12.2.	Control de producción.....	336
4.12.3.	Fabricación del hormigón.	336
4.12.4.	Transporte y suministro del hormigón.	339
4.13.	PUESTA EN OBRA Y CURADO DEL HORMIGÓN	340
4.13.1.	Vertido y colocación del hormigón.....	340
4.13.2.	Compactación del hormigón.....	341
4.13.3.	Puesta en obra del hormigón en condiciones climáticas especiales.	341
4.13.4.	Juntas de hormigonado.	342
4.13.5.	Curado del hormigón.	343
4.13.6.	Puesta en obra de los productos de protección, reparación y refuerzo.	343
4.14.	PROCESOS POSTERIORES AL HORMIGONADO.	343
4.14.1.	Desencofrado y desmoldeo.	343
4.14.2.	Descimbrado y desapuntalado.	343
4.14.3.	Acabado de superficies.	344
4.15.	CIMBRAS Y APUNTALAMIENTOS	344
4.16.	ENCOFRADOS O MOLDES.....	346
4.17.	PRODUCTOS DE ENCOFRANTES	347
4.18.	ELABORACIÓN, ARMADO Y MONTAJE DE ARMADURAS PASIVAS	347
4.18.1.	Suministro de productos de acero para armaduras pasivas.	348
4.18.2.	Instalaciones de ferralla.....	348
4.18.3.	Despiece.....	350
4.18.4.	Enderezado	351
4.18.5.	Corte.	351
4.18.6.	Doblado.....	351
4.18.7.	Armado de la ferralla.	352
4.18.8.	Anclaje de las armaduras pasivas.	355
4.18.9.	Empalme de las armaduras pasivas.....	359
4.18.10.	Suministro de ferralla (elaborada y armada).....	363
4.18.11.	Transporte y almacenamiento.....	364

4.18.12.	Montaje de las armaduras.....	364
4.19.	PREFABRICADOS DE HORMIGÓN	365
4.19.1.	Transporte.....	365
4.19.2.	Acopio en obra	365
4.19.3.	Montaje.....	365
4.19.4.	Control de calidad	366
4.20.	BANDAS PARA LA ESTANQUEIDAD DE LAS JUNTAS DE DILATACIÓN	366
4.21.	IMPERMEABILIZANTE PARA MUROS ENTERRADOS	366
4.21.1.	Manipulación, almacenaje y conservación	366
4.21.2.	Modo de empleo	367
4.22.	TUBERÍAS Y ACCESORIOS	367
4.22.1.	Manipulación, carga y descarga	367
4.22.2.	Transporte a obra	370
4.22.3.	Inspección y recepción	371
4.22.4.	Almacenamiento.....	372
4.22.5.	Colocación.....	374
4.23.	MONTAJE Y COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA.....	375
4.23.1.	Desviación angular.....	377
4.23.2.	Uniones mecánicas	378
4.24.	RELLENO DE LA ZANJA.....	383
4.25.	ANCLAJES DE PIEZAS ESPECIALES Y VÁLVULAS EN TUBERÍAS	385
4.26.	PRUEBAS DE LA TUBERÍA DE PRESIÓN INSTALADA.....	386
4.26.1.	Prueba preliminar	387
4.26.2.	Prueba de purga.....	388
4.26.3.	Prueba principal o de puesta en carga.....	388
4.27.	PRUEBAS DE LA TUBERÍA DE SANEAMIENTO INSTALADA	389
4.28.	HINCAS	389
4.28.1.	Ejecución:.....	389
4.29.	COLOCACIÓN DEL GEOTEXTIL DE LA BALSA.....	390
4.30.	COLOCACIÓN DE LA LÁMINA DE PEAD DE LA BALSA	390
4.30.1.	Generalidades	390
4.30.2.	Uniones	391
4.30.3.	Lastrados.....	392
4.30.4.	Trazabilidad de la lámina y de los ensayos realizados.....	392
4.30.5.	Control de calidad	393
4.31.	UNIÓN DE LA LÁMINA DE PEAD CON LAS OBRAS DE FÁBRICA.....	396
4.32.	VÁLVULAS Y VENTOSAS	397
4.33.	ESTRUCTURA METÁLICA	397
4.33.1.	Puesta en Obra.....	397
4.33.2.	Métodos de montaje.....	397
4.33.3.	Alineaciones.	398
4.33.4.	Apoyos fijos.	398
4.33.5.	Apeos de montaje.	399
4.33.6.	Operaciones de fabricación en taller.	399
4.33.7.	Soldeo	399
4.33.8.	Control de calidad	400
4.34.	ARQUEOLOGÍA.....	400
4.35.	MEDIDAS AMBIENTALES.....	403
4.35.1.	Divulgación y formación en buenas prácticas agrícolas	403
4.35.2.	Medidas para el control de los efectos sobre la atmósfera	406
4.35.3.	Medidas para el control de los efectos sobre el suelo.....	406
4.35.4.	Medidas de control sobre los efectos sobre el medio hídrico	408
4.35.5.	Medidas de control sobre los efectos sobre la flora y la vegetación.....	413
4.35.6.	Medidas de control sobre los efectos sobre la fauna	414
4.35.7.	Medidas de control sobre los efectos sobre el paisaje.....	419

4.36.	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO GENERALES.....	420
4.37.	EJECUCIONES GENERALES	420
4.38.	ENSAYOS Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES	420
4.39.	CASO EN QUE LOS MATERIALES NO SEAN DE RECIBO.....	420
4.40.	ORDEN DE LOS TRABAJOS	420
5.	PLIEGO DE CONDICIONES DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN	421
6.	PLIEGO DE CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	421
7.	PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	421
8.	PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA DE TELEGESTIÓN.....	421
9.	RESUMEN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	421
10.	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES FACULTATIVAS.....	517
10.1.	OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA	517
10.1.1.	<i>Remisión de solicitud de ofertas</i>	<i>517</i>
10.1.2.	<i>Reclamación contra las órdenes de dirección</i>	<i>517</i>
10.1.3.	<i>Despidos por insubordinación, incapacidad y mala fe.....</i>	<i>517</i>
10.1.4.	<i>Copia de los documentos</i>	<i>517</i>
10.2.	TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.....	517
10.2.1.	<i>Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución</i>	<i>518</i>
10.2.2.	<i>Condiciones generales de ejecución.....</i>	<i>518</i>
10.2.3.	<i>Trabajos defectuosos</i>	<i>518</i>
10.2.4.	<i>Obras y vicios ocultos.....</i>	<i>519</i>
10.2.5.	<i>Abonos de las obras</i>	<i>519</i>
10.2.6.	<i>Materiales no utilizables o defectuosos.....</i>	<i>519</i>
10.2.7.	<i>Medios auxiliares</i>	<i>520</i>
10.3.	RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN	520
10.3.1.	<i>Recepciones provisionales.....</i>	<i>520</i>
10.3.2.	<i>Plazo de garantía</i>	<i>521</i>
10.3.3.	<i>Conservación de trabajos recibidos provisionalmente.....</i>	<i>521</i>
10.3.4.	<i>Recepción definitiva</i>	<i>522</i>
10.3.5.	<i>Liquidación final.....</i>	<i>522</i>
10.3.6.	<i>Liquidación en caso de rescisión</i>	<i>522</i>
10.4.	FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.....	522
11.	PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	523
11.1.	BASE FUNDAMENTAL.....	523
11.1.1.	<i>Base fundamental.....</i>	<i>523</i>
11.1.2.	<i>Garantías de cumplimiento y fianzas.....</i>	<i>523</i>
11.1.3.	<i>Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza</i>	<i>523</i>
11.1.4.	<i>Devolución de la fianza</i>	<i>523</i>
11.1.5.	<i>Gastos de carácter general a cargo del Contratista</i>	<i>524</i>
11.1.6.	<i>Programación de las obras e instalaciones que ha de exigirse</i>	<i>524</i>
11.1.7.	<i>Otras fábricas y trabajos.....</i>	<i>525</i>
11.1.8.	<i>Descripción general.....</i>	<i>525</i>
11.1.9.	<i>Vigilancia de las obras</i>	<i>525</i>
11.2.	PRECIOS Y REVISIONES	525
11.2.1.	<i>Precios contradictorios.....</i>	<i>525</i>
11.2.2.	<i>Reclamaciones de aumento de precios.....</i>	<i>526</i>
11.2.3.	<i>Revisión de precios.....</i>	<i>526</i>
11.2.4.	<i>Elementos comprendidos en el presupuesto.....</i>	<i>528</i>
11.3.	VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS	528
11.3.1.	<i>Valoración de la obra.....</i>	<i>528</i>
11.3.2.	<i>Mediciones parciales y finales</i>	<i>528</i>

11.3.3.	<i>Equivocaciones en el presupuesto</i>	<i>529</i>
11.3.4.	<i>Valoración de obra incompletas</i>	<i>529</i>
11.3.5.	<i>Carácter provisional de las liquidaciones parciales.....</i>	<i>529</i>
11.3.6.	<i>Pagos</i>	<i>529</i>
11.3.7.	<i>Suspensión por retraso de pagos</i>	<i>529</i>
11.3.8.	<i>Indemnización por retraso de los trabajos.....</i>	<i>529</i>
11.3.9.	<i>Indemnización por daños de causa mayor al contratista trabajos</i>	<i>530</i>
11.4.	<i>VARIOS.....</i>	<i>530</i>
11.4.1.	<i>Mejoras de obras</i>	<i>530</i>
11.4.2.	<i>Seguro de los trabajos.....</i>	<i>530</i>
12.	PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL	531
12.1.	JURISDICCIÓN	531
12.2.	ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS	531
12.3.	PATRIMONIO CULTURAL Y ARQUEOLÓGICO	532
12.4.	PAGOS ARBITRARIOS	532
12.5.	CAUSAS DE RESCISIÓN DE CONTRATO	532

**PLIEGO DE CONDICIONES QUE DEBERÁN REGIR EN LA
EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DEL “PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL
REGADÍO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DE LA RIBERA ALTA DEL
PORMA (LEÓN).”.**

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 MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DE LA RIBERA ALTA DEL PORMA, (LEÓN)”.

1.2. Situación de las obras

Las obras están situadas en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, en la provincia de León en los términos municipales de:

- Vegas del Condado.
- Valdefresno.
- Villaturiel.
- Santa Colomba de Curueño.

1.3. Obras que comprende

El Proyecto engloba las obras necesarias para la modernización de red de riego en e la comunidad de regantes de la Ribera Alta del Porma, comprendiendo:

- Toma del canal.
- Balsa.
- Arqueta de filtro.
- Tubería de abastecimiento.
- Estación de bombeo.
- Red de riego.
- Telecontrol y centro de gestión.
- Instalación eléctrica de alta tensión.
- Instalación eléctrica de baja tensión.
- Instalación fotovoltaica.
- Línea eléctrica de alta tensión.
- Retirada y reciclado de la red de acequias.
- Gestión de residuos de la construcción.

- Obras de corrección del medio.
- Arqueología.
- Puesta en marcha de la instalación.
- Seguridad y salud.

2. NORMATIVA APLICABLE

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

- Ley 9/2017, de 8 de 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.

- 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.

- 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).

- 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).

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de Equipos de Trabajo, R. D. 1215/1997, de 18 de julio.

DOCUMENTO Nº3.- PLIEGO DE CONDICIONES

- 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.
- 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).
- 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.
- 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.
- Homologación de medios de protección personal de los trabajadores, O.M. 17-5-1974. (B.O.E. 29-5-1974).
- 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.
- 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).
- 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).
- Real Decreto 88/2013, de 8 de febrero, por el que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria AEM 1 "Ascensores" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, aprobado por Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre.
- 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.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión (Decreto 842/2002 de 2 de agosto) e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento s sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

DOCUMENTO Nº3.- PLIEGO DE CONDICIONES

- 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.
- Código técnico de edificación, R.D. 314/2006, de 17 de marzo (B.O.E. 28-03-06).
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- 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).
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- 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.
- Certificados de conformidad de los alambres trefilados lisos y corrugados empleados en la fabricación de mallas electrosoldadas y viguetas semirresistentes de hormigón armado, Orden de 8 de marzo de 1994 (B.O.E. 22 de marzo de 1994).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG3, Orden de 2 de Julio de 1976.
- Reglamento General de Carreteras, R.D. 1812/1994, de 2 de septiembre (B.O.E. 02-09-1994).
- Recomendaciones de proyecto y construcción de firmes y pavimentos. Junta de Castilla y León revisión 2004.
- Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión. CEDEX 2002.
- Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de poliéster reforzado con fibra de vidrio. CEDEX 2015.
- Pliego de Prescripciones Generales para tuberías de Abastecimiento de Aguas, O.M. de 28-07-1974. (B.O.E. 3 y 30-10-1974).

Patrimonio cultural y Arqueológico:

- Ley 16/1985 de 25 de junio de Patrimonio Histórico Español.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Ley 39/2015, de 1 de octubre, del procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
- Real Decreto 2568/1986, de 28 de noviembre, Reglamento de Organización, Funcionamiento y Régimen Jurídico de las Entidades Locales.

- Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 23/1982, reguladora del Patrimonio Nacional.
- Real Decreto 64/1994 de 21 de enero por el que se modifica el Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 52 de 02/03/1994).
- Real Decreto 162/2002, de 8 de febrero, por el que se modifica el artículo 58 del Real Decreto 111/1986 de 10 de enero de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 35 de 09/02/2002).
- Real Decreto 600/2011, de 29 de abril, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.
- Real Decreto 214/2014, de 28 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.
- Ley 12/2002, de 11 de julio, de Patrimonio Cultural de Castilla y León.
- Decreto 37/2007, de 19 de abril, Reglamento para la Protección del Patrimonio Cultural de Castilla y León.

Así como todas las modificaciones correspondientes a la normativa citada anteriormente y toda la disposición legal vigente durante la obra proyectada, será responsabilidad de la Empresa encargada 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 la Empresa encargada, quien no está obligado a utilizarla.

Su utilización no liberará, en ningún caso, a la Empresa encargada 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 la Empresa encargada 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 la Empresa encargada y que hayan sido previamente aprobadas por la Dirección de Obra. Para ello la Empresa encargada 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 a la Empresa encargada 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.

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 Presupuesto 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 de la Empresa encargada y se consideran incluidos en los precios de las unidades de obra.

3.3. Material para cama de asiento de tuberías y rellenos seleccionado de zanjas de tuberías

3.3.1. Calidad de los materiales

El material empleado para formar la cama de asiento de tuberías y para el relleno seleccionado de las zanjas, estará formado por material granular seleccionado de tamaño 6/12, exento de materia orgánica y con un contenido en finos inferior al 2% en peso, entendiéndose por fracción fina el tamaño inferior a 4 mm.

En su manipulación se evitará la contaminación del árido, no aceptándose árido mezclado con ningún otro material.

3.3.2. Control de calidad

En el caso de que el árido de cada una de las zonas de extracción, posea marcado CE y garantice mediante el mismo el cumplimiento de la calidad del material conforme lo indicado en el apartado anterior, no será necesario realizar ensayos del árido, será suficiente con la documentación que lo acredite, como mínimo el Certificado de Conformidad del Control de producción en fábrica y la Declaración del fabricante correspondiente. En caso contrario, la Empresa encargada 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.

Cada una de las canteras de extracción empleadas para el suministro de árido poseerá la siguiente documentación:

- Plan de labores en vigor.
- Autorización ambiental del Ayuntamiento correspondiente.

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 hasta la rasante del terreno, procederá de la propia excavación, estará exento de raíces, tocones y piedras.

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. Piedra para escollera

3.6.1. Calidad de los materiales

La piedra para escollera cumplirá las siguientes especificaciones:

Procedencia:

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

La piedra empleada para escollera serán rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas resistentes, sin alteración apreciable, compactas y estables químicamente frente a la acción de los agentes externos y en particular frente al agua.

Aspecto:

Superficie rugosa, no se admitirán piedras o bloques redondeados.

Estabilidad:

Estables conforme la norma NLT-255, al sumergirse en agua durante 24 horas, no manifestarán fisuración alguna y la pérdida de peso será inferior al 2%.

Excepcionalmente, previa aceptación de la Dirección Facultativa podrá sustituirse por el ensayo de humedad-sequedad conforme la norma NLT-260.

Densidad:

Densidad aparente seca mínima $\geq 2.500 \text{ kg/m}^3$ realizado conforme la norma UNE 13383-2.

Absorción de agua:

Absorción de agua inferior al 2% realizado conforme la norma UNE-EN 1097-6.

Desgaste de Los Ángeles:

El coeficiente de desgaste de Los Ángeles será inferior a 50, determinado según la norma UNE-EN 1097-2.

Granulometría:

Tamaño comprendido entre 10 cm y 60 cm.

El peso de cada una de las piedras que forman la escollera podrá variar entre 10 kg y 200 kg. Además, la cantidad de piedras de peso inferior a 100 kg, será menor del 25% en peso.

Las condiciones anteriores corresponden al material colocado.

Forma de las partículas:

El contenido en peso de partículas con forma inadecuada será inferior al 30%. A estos efectos se consideran partículas con forma inadecuada aquellas en que se verifique:

$$(L + G) / 2 \geq 3E$$

Donde:

L (longitud) = Separación máxima entre dos planos paralelos tangentes al bloque.

G (grosor) = Diámetro del agujero circular mínimo por el que puede atravesar el bloque.

E (espesor) = Separación mínima entre dos planos paralelos tangentes al bloque.

Los valores de L, G y E, se pueden determinar en forma aproximada y no deben ser medidos necesariamente en tres direcciones perpendiculares entre sí.

3.6.2. Control de calidad

En el caso de que la escollera de cada una de las zonas de extracción, posea marcado CE y garantice mediante el mismo el cumplimiento de la calidad del material conforme lo indicado en el apartado anterior, no será necesario realizar ensayos de la escollera, será suficiente con la documentación que lo acredite, como mínimo el Certificado de Conformidad del Control de producción en fábrica y la Declaración del fabricante correspondiente. En caso contrario, la Empresa encargada realizará, en laboratorio debidamente acreditado, sobre una muestra representativa de la escollera suministrada de cada zona de extracción los ensayos indicados a continuación que garanticen el cumplimiento del presente pliego.

Ensayos y comprobaciones a realizar:

Ensayo/comprobación	Tipo	Frecuencia	Criterio de aceptación
Aspecto	Visual	Continúa	Superficie rugosa, no existencia de bloques redondeados.
Estabilidad	Ensayo de laboratorio	3 ensayos por zona de extracción y tipo de escollera	Pérdida de peso < 2%, conforme NLT-255.
Densidad	Ensayo de laboratorio	3 ensayos por zona de extracción y tipo de escollera	$\geq 2.500 \text{ kg/m}^3$ conforme UNE 13383-2
Absorción de agua	Ensayo de laboratorio	3 ensayos por zona de extracción y tipo de escollera	< 2% conforme UNE-EN 1097-6
Desgaste de Los Ángeles	Ensayo de laboratorio	3 ensayos por zona de extracción y tipo de escollera	< 50 conforme UNE-EN 1097-2.
Granulometría	Visual	Continúa	Tamaño comprendido entre 10 cm y 60 cm. Escollera colocada variable entre 10 kg y 200 kg. La cantidad de piedras de peso inferior a 100 kg, será menor del 25% en peso
Forma	Comprobación	10 comprobaciones por tipo de	Cantidad de escollera inadecuada < 30%. Se consideran inadecuadas si:

Ensayo/comprobación	Tipo	Frecuencia	Criterio de aceptación
		escollera y cuando existan dudas de su cumplimiento.	$(L + G) / 2 \geq 3E$

Tabla 1: Relación de ensayos a realizar a la escollera.
Fuente: Elaboración propia conforme el artículo 658.2 del PG3.

Cada una de las canteras de extracción empleadas para el suministro de escollera poseerá la siguiente documentación:

- Plan de labores en vigor.
- Autorización ambiental del Ayuntamiento correspondiente.

3.7. Componentes de hormigones

3.7.1. Cemento

Para la fabricación del hormigón podrán utilizarse aquellos cementos que cumplan las siguientes condiciones:

- Ser conformes con la reglamentación específica vigente,
- Sumplán las limitaciones de uso establecidas en la siguiente tabla.
- Pertenezcan a la clase resistente 32,5 o superior.

Tipo de hormigón	Tipo de cemento
Hormigón en masa.	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C.
	Cementos para usos especiales ESP VI-1.
Hormigón armado.	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B.
Hormigón pretensado.	Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M (V, P).

Tabla 2: Tipos de cemento utilizables.
Fuente: Tabla 28 del Código Estructural.

3.7.2. Agua

El agua empleada tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión.

En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica. El agua potable de red de grandes núcleos urbanos, que cumpla el Real Decreto 314/2016, de 29 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, es apta para el amasado y curado del hormigón.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón,

deberán cumplir las condiciones indicadas en la siguiente tabla, determinada conforme con los métodos de ensayo recogidos para cada característica en la norma UNE correspondiente.

Característica del agua		Limitación	Norma
Exponente de hidrógeno, pH.		≥ 5	UNE 83952
Sulfatos (en general), expresado en SO ₄ ²⁻ .		≤ 1 g/l	UNE 83956
Sulfatos (cementos SRC y SR), expresado en SO ₄ ²⁻ .		≤ 5 g/l	
Ion cloruro.	a) hormigón pretensado.	≤ 1 g/l	UNE 83958
	b) hormigón armado y hormigón en masa con armaduras para evitar fisuración.	≤ 2 g/l	
Álcalis, expresado en Na ₂ O _{equiv} (1) (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O).		≤ 1,5 g/l	(2)
Sustancias disueltas.		≤ 15 g/l	UNE 83957
Hidratos de carbono.		= 0 g/l	UNE 83959
Sustancias orgánicas solubles en éter.		≤ 15 g/l	UNE 83960

(1) Si se sobrepasa este límite, se podrá utilizar el agua solo en el caso de que se acredite haber medidas para evitar posibles reacciones álcali-árido.

(2) La determinación de álcalis se podrá realizar mediante la técnica de fotometría de llama o espectroscopia de masa con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS).

Tabla 3: Especificaciones del agua de amasado.
Fuente: Tabla 29 del Código Estructural.

Se permite el empleo de aguas recicladas procedentes de operaciones desarrolladas en la propia central de hormigonado, siempre y cuando cumplan las especificaciones anteriormente definidas en este artículo. Además se deberá cumplir que el valor de densidad del agua reciclada no supere el valor 1,3 g/cm³ y que la densidad del agua total no supere el calor de 1,1 g/cm³. La densidad del agua reciclada está directamente relacionada con el contenido en finos que aportan al hormigón, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$M = \left(\frac{1 - d_a}{1 - d_f} \right) \cdot d_f$$

Donde:

M Masa de finos presente en el agua, en g/cm³.

da Densidad del agua en g/cm³.

df Densidad del fino, en g/cm³.

3.7.3. Áridos

Las características de los áridos deberán permitir alcanzar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón que con ellos se fabrica, así como cualquier otra exigencia que se requieran a este en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto.

Los áridos deben tener marcado CE según la norma UNE-EN 12620, y las propiedades definidas en la declaración de prestaciones (DdP) deberán cumplir lo establecido en el presente pliego.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse áridos gruesos (gravas) y áridos finos (arenas), según UNE-EN 12620, rodados o procedentes de rocas machacadas, así como escorias de horno alto enfriadas por aire o áridos reciclados, todos ellos según UNE-EN 12620 y, en general, cualquier otro tipo de árido cuya evidencia de buen comportamiento haya sido sancionado por la práctica y se justifique debidamente.

En el caso de áridos reciclados, se seguirá lo establecido en el apartado 30.8. En el caso de áridos ligeros, se deberá cumplir lo indicado en el Anejo 8 de este Código. En el caso de utilizar escorias de horno alto enfriadas por aire, se seguirá lo establecido en el apartado 30.9 del Código Estructural.

Los áridos no deben descomponerse por los agentes exteriores a que estarán sometidos en obra. Por tanto, no deben emplearse tales como los procedentes de rocas blandas, friables, porosas, etc., ni los que contengan nódulos de yeso, compuestos ferrosos, sulfuros oxidables, etc. en proporciones superiores a lo que permite el Código.

3.7.3.1. Designación de los áridos

A los efectos del Código, los áridos se designarán, de acuerdo con el siguiente formato: d/D - IL
Donde:

d/D Fracción granulométrica, comprendida entre un tamaño mínimo, d, y un tamaño máximo, D, en mm.

IL Forma de presentación: R, rodado; T, triturado (de machaqueo); M, mezcla.

Preferentemente, se indicará también la naturaleza del árido (C, calizo; S, silíceo; G, granito; O, ofita; B, basalto; D, dolomítico; Q, traquita; I, fonolita; V, varios; A, artificial; R, reciclado), en cuyo caso, la designación sería d/D - IL - N

3.7.3.2. Tamaños máximo y mínimo de un árido.

Se denomina tamaño máximo D de un árido grueso o fino, la mínima abertura de tamiz UNE-EN 933-2 que cumple los requisitos generales recogidos en la norma UNE-EN 12620, en función del tamaño del árido.

Se denomina tamaño mínimo d de un árido grueso o fino, la máxima abertura de tamiz UNE-EN 933-2 que cumple los requisitos generales recogidos en la norma UNE-EN 12620, en función del tipo y del tamaño del árido.

Los tamaños mínimo d y máximo D de los áridos deben especificarse por medio de un par de tamices de la serie básica, o la serie básica más la serie 1, o la serie básica más la serie 2 de la norma UNE-EN 12620. No se podrán combinar los tamices de la serie 1 con los de la serie 2.

Los tamaños de los áridos no deben tener un D/d menor que 1,4.

Limitaciones del árido grueso para la fabricación del hormigón:

A efectos de la fabricación del hormigón, se denomina grava o árido grueso total, a la mezcla de las distintas fracciones de árido grueso que se utilicen; arena o árido fino total a la mezcla de las distintas fracciones de árido fino que se utilicen; y árido total (cuando no haya lugar a confusiones, simplemente

árido), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

El tamaño máximo del árido grueso utilizado para la fabricación del hormigón será menor que las dimensiones siguientes:

a) 0,8 veces la distancia horizontal libre entre vainas o armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo mayor que 45° con la dirección de hormigonado.

b) 1,25 veces la distancia entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo no mayor que 45° con la dirección de hormigonado.

c) 0,25 veces la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:

– Losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.

– Piezas de ejecución muy cuidada (caso de prefabricación en taller) y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados que se encofran por una sola cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

El árido grueso se podrá componer como suma de una o varias fracciones granulométricas. Cuando el hormigón deba pasar entre varias capas de armaduras, convendrá emplear un tamaño máximo de árido menor que el que corresponde a los límites a) o b) si fuese determinante.

Granulometría de los áridos.

La granulometría de los áridos, determinada de conformidad con la norma UNE-EN 933-1, debe cumplir los requisitos correspondientes a su tamaño de árido d/D.

La granulometría de los áridos gruesos se debe ajustar a la categoría Gc 90/15 o Gc 85/20, mientras que el árido fino será de categoría GF85.

Contenido de finos.

La cantidad de finos que pasan por el tamiz 0,063 (de conformidad con la norma UNE-EN 933-1), expresada en porcentaje del peso de la muestra de árido grueso total o de árido fino total, no excederá los valores de la siguiente tabla. En cualquier caso, deberá comprobarse que se cumple la especificación relativa a la limitación del contenido total de finos en el hormigón recogido en el apartado 33.1. del Código Estructural.

Árido	Porcentaje máximo que pasa por el tamiz 0,063 mm	Categoría	Tipos de áridos
Grueso.	1,5 %	$f_{1,5}$	Cualquiera.
Fino.	6 %	f_6	– Áridos redondeados. – Áridos de machaqueo no calizos para obras sometidas a las clases de exposición XS, XD, XA, XF o XM(1).
	10 %	f_{10}	– Áridos de machaqueo calizos para obras sometidas a las clases de exposición XS, XD, XA, XF o XM(1). – Áridos de machaqueo no calizos para obras sometidas a las clases de exposición X0 o XC y no sometidas a ninguna de las clases de exposición XA, XF o XM(1).
	16 %	f_{16}	– Áridos de machaqueo calizos para obras sometidas a las clases de exposición X0 o XC y no sometidas a ninguna de las clases de exposición XA, XF o XM(1).

(1) Véase la tabla 27.1.a.

Tabla 4: Contenido máximo de finos en los áridos.
Fuente: Tabla 30.4.1 del Código Estructural.

Calidad de los finos de los áridos.

Salvo en el caso indicado en el párrafo siguiente, no se utilizarán áridos finos cuyo equivalente de arena (SE4), determinado sobre la fracción 0/4 del árido, de conformidad con el Anexo A de la norma UNE-EN 933-8 sea inferior a:

- a) 70 (Categoría SE4 70), para obras sometidas únicamente a la clase de exposición X0 o XC.
- b) 75 (Categoría SE4 75), en el resto de los casos.

No obstante lo anterior, aquellas arenas procedentes del machaqueo de rocas calizas o dolomías (entendiendo como tales aquellas rocas sedimentarias carbonáticas que contienen al menos un 70 % de calcita, dolomita o de ambas), que no cumplan la especificación del equivalente de arena, podrán ser aceptadas como válidas cuando se cumplan las condiciones siguientes:

– para obras sometidas únicamente a clases de exposición X0 o XC, $100 \cdot 6,0 f MB \leq$

– donde MB es el valor de azul de metileno, según UNE-EN 933-9, expresado en gramos de azul por cada kilogramo de fracción granulométrica 0/2 y f es el contenido de finos de la fracción 0/2, expresado en g/kg y determinado de acuerdo con UNE-EN 933-1,

– para los restantes casos, $MB \leq .3,0 \times f / 100$

Cuando para la clase de exposición de que se trate, el valor de azul de metileno sea superior al valor límite establecido en el párrafo anterior y se tenga duda sobre la existencia de arcilla en los finos, se podrá identificar y valorar cualitativamente su presencia en dichos finos mediante el ensayo de difracción de rayos X. Solo se podrá utilizar el árido fino si las arcillas son del tipo caolinita o illita y si las propiedades mecánicas y de penetración de agua a presión de los hormigones fabricados con esta arena son, al menos,

iguales que las de un hormigón fabricado con los mismos componentes, pero utilizando la arena sin finos. El estudio correspondiente deberá ir acompañado de documentación fehaciente que contendrá en todos los casos el análisis mineralógico del árido, y en particular su contenido en arcilla.

Forma del árido grueso.

La forma del árido grueso se expresará mediante su índice de lajas, entendido como el porcentaje en peso de áridos considerados como lajas según UNE-EN 933-3, y su valor debe ser inferior a 35 (Categoría FI35).

Requisitos físico-mecánicos.

Se cumplirán las siguientes limitaciones:

- Resistencia a la fragmentación del árido grueso determinada con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE-EN 1097-2 (ensayo de Los Ángeles): ≤ 40 (Categoría LA40).
- Absorción de agua por los áridos, determinada con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE-EN 1097-6: $\leq 5 \%$.

Para la fabricación de hormigón en masa o armado, de resistencia característica especificada no superior a 30 N/mm^2 , podrán utilizarse áridos gruesos con una resistencia a la fragmentación ≤ 50 (LA50) en el ensayo de Los Ángeles (UNE-EN 1097-2) si existe experiencia previa en su empleo y hay estudios experimentales específicos que avalen su utilización sin perjuicio de las prestaciones del hormigón.

Cuando el hormigón esté sometido a la clase de exposición XF y el árido grueso tenga una absorción de agua superior al 1 %, éste deberá presentar una pérdida de peso al ser sometidos a cinco ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato magnésico (método de ensayo UNE-EN 1367-2) que no será superior al 18 % (Categoría MS18).

Un resumen de las limitaciones de carácter cuantitativo se recoge en la siguiente tabla.

Propiedades del árido	Cantidad máxima en % del peso total de la muestra	
	Árido fino	Árido grueso
Absorción de agua %. Determinada con arreglo al método de ensayo indicado en UNE-EN 1097-6.	5 %	5 %
Resistencia a la fragmentación del árido grueso. Determinada con arreglo al método de ensayo indicado en UNE-EN 1097-2.	–	40 ^(*)
Pérdida de peso % con cinco ciclos de sulfato magnésico. Determinada con arreglo al método de ensayo indicado en UNE-EN 1367-2.	–	18 %

^(*) 50, en el caso indicado en el articulado.

Tabla 5: Requisitos físico-mecánicos.
Fuente: Tabla 30.6 del Código Estructural.

Sustancias perjudiciales		Cantidad máxima en % del peso total de la muestra	
		Árido fino	Árido grueso
Compuestos totales de azufre expresados en S y referidos al árido seco, determinados con arreglo al método de ensayo indicado en el apartado 11 de UNE-EN 1744-1.		1,00	1,00 ^(*)
Sulfatos solubles en ácidos, expresados en SO ₃ y referidos al árido seco, determinados según el método de ensayo indicado en el apartado 12 de UNE-EN 1744-1.		0,80	0,80
Cloruros expresados en Cl ⁻ y referidos al árido seco, determinados con arreglo al método de ensayo indicado en el apartado 7 de UNE-EN 1744-1.	Hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración.	0,05	0,05
	Hormigón pretensado.	0,03	0,03

^(*) Este valor será del 2 % en el caso de escorias de horno alto enfriadas al aire.

Tabla 6: Requisitos químicos.
Fuente: Tabla 30.7 del Código Estructural.

Cloruros.

El contenido en ion cloruro (Cl⁻) soluble en agua de los áridos grueso y fino para hormigón, determinado de conformidad con el Artículo 7 de la norma UNE-EN 1744-1, no podrá exceder del 0,05 % en masa del árido, cuando se utilice en hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración, y no podrá exceder del 0,03 % en masa del árido, cuando se utilice en hormigón pretensado, de acuerdo con lo indicado en la tabla anterior.

Con respecto al contenido total en los hormigones del ion cloruro, Cl⁻, se tendrá en cuenta lo prescrito en el apartado 33.1. del Código.

Sulfatos solubles en ácido.

El contenido en sulfatos solubles en ácido, expresados en SO₃, de los áridos grueso y fino, determinado de conformidad con el Artículo 12 de la Norma UNE-EN 1744-1, no podrá exceder de 0,8 % en masa del árido, tal y como indica la tabla 30.7. En el caso de escorias de horno alto enfriadas por aire, la anterior especificación será del 1 %.

Compuestos totales de azufre.

Los compuestos totales de azufre expresados en S de los áridos grueso y fino, determinados de conformidad con el Artículo 11 de la norma UNE-EN 1744-1, no podrán exceder del 1 % en masa del peso total de la muestra.

En el caso de escorias de horno alto enfriadas por aire, la anterior especificación será del 2 %. En el caso de que se detecte la presencia de sulfuros de hierro oxidables en forma de pirrotina, el contenido de azufre expresado en S, será inferior al 0,1 %.

Materia orgánica. Compuestos que alteran la velocidad de fraguado y el endurecimiento del hormigón.

En el caso de detectarse la presencia de sustancias orgánicas, de acuerdo con el apartado 15.1 de la norma UNE-EN 1744-1, se determinará su efecto sobre el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión, de

conformidad con el apartado 15.3 de dicha norma. El mortero preparado con estos áridos deberá cumplir que:

- a) El aumento del tiempo de fraguado de las muestras de ensayo de mortero será inferior a 120 minutos.
- b) La disminución de la resistencia a la compresión de las muestras de ensayo de mortero a los 28 días será inferior al 20 %.

No se emplearán aquellos áridos finos que presenten una proporción de materia orgánica tal que, ensayados con arreglo al método de ensayo indicado en el apartado 15.1 de la norma UNE-EN 1744-1, produzcan un color más oscuro que el de la sustancia patrón.

Reactividad álcali-árido.

Para clases de exposición diferentes a X0, XC1 o XM asociadas a un ambiente permanentemente seco, se deberá comprobar la potencial reactividad de los áridos frente a los álcalis.

Para su comprobación se realizará, en primer lugar, un estudio petrográfico, del cual se obtendrá información sobre el tipo de reactividad que, en su caso, puedan presentar. Si del estudio petrográfico del árido se deduce la posibilidad de que presente reactividad álcali-sílice o álcali-silicato, se debe realizar el ensayo descrito en la norma UNE 146508 EX (método acelerado en probetas de mortero).

Si del estudio petrográfico del árido se deduce la posibilidad de que presente reactividad álcali-carbonato, se debe realizar el ensayo descrito en la norma UNE 146507-2EX. En el caso de mezcla, natural o artificial, de áridos calizos y síliceos, este ensayo se realizará sobre la fracción calizo-dolomítica del árido.

Si a partir de los resultados de algunos de los ensayos anteriormente indicados para determinar la reactividad se deduce que el material es potencialmente reactivo, el árido podrá utilizarse:

- Si son satisfactorios los resultados del ensayo de reactividad potencial a largo plazo sobre prismas de hormigón, según UNE 146509EX, presentando una expansión al finalizar el ensayo menor o igual al 0,04%.
- En cualquier caso, si se cumplen los requisitos recogidos en el apartado 43.3.4.3. del Código.

3.7.3.3. Áridos reciclados.

A los efectos de este Código, se define como árido reciclado al árido obtenido como producto de una operación de reciclado de residuos de hormigón, permitiéndose únicamente la utilización de árido grueso reciclado y en los términos recogidos en el presente artículo para la fabricación de hormigón reciclado (HR).

En este artículo se establecen los requisitos complementarios a los establecidos para los áridos convencionales que deben cumplir los áridos gruesos reciclados. Se mantienen por lo tanto vigentes para estos el resto de prescripciones que no entren en contradicción con las recogidas en este apartado. Asimismo, en aquellos casos en los que se indique, se recogen especificaciones que se deben exigir a los áridos gruesos naturales para que la mezcla con los reciclados cumpla los requisitos de los apartados 30.1 a 30.7 de este Código.

Para su aplicación en hormigón estructural, el Código no contempla porcentajes de sustitución superiores al 20% en peso sobre el contenido total de árido grueso. Por encima de este valor será necesaria la realización

de estudios específicos y experimentación complementaria en cada aplicación, que deberá ser aprobada por la Dirección facultativa.

El árido grueso reciclado puede emplearse tanto para hormigón en masa como hormigón armado de resistencia característica no superior a 40 N/mm², quedando excluido su empleo en hormigón pretensado.

En la fabricación de hormigones reciclados se podrán emplear áridos naturales rodados o procedentes de rocas machacadas.

Se considera que los áridos gruesos reciclados obtenidos a partir de hormigones estructurales sanos, o bien de hormigones de resistencia elevada, son adecuados para la fabricación de hormigón reciclado estructural, aunque deberá comprobarse que cumplen las especificaciones exigidas en los siguientes apartados.

Designación de los áridos.

De conformidad con lo indicado en el apartado 30.2 del Código, los áridos gruesos reciclados se designarán con el formato que se recoge en dicho apartado, con la nomenclatura «R» para indicar su naturaleza.

Requisitos de composición del árido reciclado.

Los componentes del árido grueso reciclado, determinados de acuerdo con la norma UNE-EN 12620 deberán cumplir los requisitos recogidos en la tabla 30.8.5.

Elemento	Categoría	Límite
Hormigón, mortero, material pétreo	R _{cu} 95	≥95 %
Partículas ligeras	FL ₂	≤2 %
Materiales bituminosos	Ra ₁	≤1 %
Otros materiales (arcilla, vidrio, plásticos, metales, etc.)	XRg _{0,5}	≤0,5 %

Tabla 7 Requisitos de composición del árido grueso reciclado.
Fuente: Tabla 30.8.5 del Código Estructural.

Reactividad álcali-árido.

Los áridos gruesos reciclados no presentarán reactividad potencial con los alcalinos del hormigón. Para el caso de los áridos reciclados procedentes de un único hormigón de origen controlado, entendiéndose como tales hormigones de composición y características conocidas, se deberán realizar las comprobaciones indicadas en el articulado del Código. En el caso de áridos reciclados procedentes de hormigones de distinto origen, estos podrán utilizarse en los términos recogidos en el apartado 30.7.5 para los áridos considerados potencialmente reactivos.

Áridos de escorias de horno alto enfriadas por aire.

En los áridos procedentes de escorias de horno alto enfriadas por aire, además de cumplir con lo establecido para los áridos naturales, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos inestables.

Las escorias de horno alto enfriadas por aire deben permanecer estables:

a) Frente a la transformación del silicato bicálcico inestable que entre en su composición, determinada según el ensayo descrito en el apartado 19.1 de UNE-EN 1744-1.

b) Frente a la hidrólisis de los sulfuros de hierro y de manganeso que entren en su composición, determinada según el ensayo descrito en el apartado 19.2 de UNE-EN 1744-1.

3.7.4. Aditivos

Se entiende por aditivos aquellas sustancias o productos que, incorporados al hormigón antes del amasado (o durante el mismo o en el transcurso de un amasado suplementario) en una proporción no superior al 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada, en estado fresco o endurecido, de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico, 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 elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes.

Sin embargo, en la prefabricación de elementos con armaduras pretensas elaborados con máquinas de fabricación continua, podrán usarse aditivos plastificantes que tengan un efecto secundario de inclusión de aire, siempre que se compruebe que no perjudica sensiblemente la adherencia entre el hormigón y la armadura, afectando al anclaje de esta. En cualquier caso, la cantidad total de aire ocluido no excederá del 6% en volumen, medido según UNE-EN 12350-7.

Con respecto al contenido de ion cloruro, se tendrá en cuenta lo prescrito en el apartado 33.1.

Tipos de aditivos.

En el marco del Código, se consideran fundamentalmente los seis tipos de aditivos que se recogen en la siguiente tabla.

Tipo de aditivo	Función principal
Reductores de agua / plastificantes.	Disminuir el contenido de agua de un hormigón para una misma trabajabilidad o aumentar la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua.
Reductores de agua de alta actividad / superplastificantes.	Disminuir significativamente el contenido de agua de un hormigón sin modificar la trabajabilidad o aumentar significativamente la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua.
Modificadores de fraguado / aceleradores, retardadores.	Modificar el tiempo de fraguado de un hormigón.
Inclusores de aire.	Producir en el hormigón un volumen controlado de finas burbujas de aire, uniformemente repartidas, para mejorar su comportamiento frente a las heladas.
Multifuncionales.	Modificar más de una de las funciones principales definidas con anterioridad.
Moduladores de la viscosidad.	Limitar la segregación mediante la mejora de la cohesión.

Tabla 8: Tipos de aditivos.

Fuente: Tabla 31.2 del Código Estructural.

Los aditivos de cualquiera de los seis tipos descritos anteriormente deberán tener marcado CE según la norma UNE-EN 934-2.

En la declaración de prestaciones, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en UNE-EN 934-2, así como el certificado del fabricante que garantice que el producto satisface los requisitos

prescritos en la citada norma, el intervalo de eficacia (proporción a emplear) y su función principal de entre las indicadas en la tabla anterior.

Salvo indicación previa en contra de la dirección facultativa, el suministrador podrá emplear cualquiera de los aditivos incluidos en la Tabla 31.2. La utilización de otros aditivos distintos a los contemplados en este artículo, requiere la aprobación previa de la dirección facultativa.

La utilización de aditivos en el hormigón, una vez en la obra y antes de su colocación en la misma, requiere de la autorización de la dirección facultativa y el conocimiento del suministrador del hormigón.

3.7.5. Adiciones

No se podrán emplear adiciones en la fabricación del hormigón.

3.7.6. Control de calidad

3.7.6.1. Control documental.

Con carácter general, el suministro de los materiales recogidos en este artículo deberá cumplir las exigencias documentales recogidas en el apartado 21.1.

Siempre que se produzca un cambio en el suministrador de los materiales recogidos en este artículo, será preceptivo presentar la documentación correspondiente al nuevo producto.

3.7.6.2. Inspección de las instalaciones.

En el caso de instalaciones propias de la obra, la dirección facultativa las inspeccionará antes del inicio del suministro para comprobar la idoneidad para la fabricación y la implantación de un control de producción conforme con la legislación vigente y con este Código. En caso de que el constructor haya optado por suministrarse de instalaciones externas de tercero, la dirección facultativa podrá efectuar visita a las mismas.

De igual modo, podrá ordenar la realización de ensayos de recepción a los productos o a los materiales componentes suministrados, a fin de garantizar la conformidad con las especificaciones requeridas.

3.7.6.3. Toma de muestras y realización de los ensayos.

En el caso de que fuera necesaria la realización de ensayos para la recepción, éstos deberán efectuarse por un laboratorio de control conforme a lo indicado en el apartado 17.2.2.1.

Cuando la toma de muestras no se efectúe directamente en la obra o en la instalación donde se recibe el material, deberá hacerse a través de una entidad de control de calidad conforme a lo indicado en el apartado 17.2.2.2, o, en su caso, mediante un laboratorio de ensayo conforme a lo indicado en el apartado 17.2.2.1. Tanto la toma de muestra como los ensayos de recepción se realizarán mediante personal competente.

3.7.6.4. Criterios específicos para la comprobación de la conformidad de los productos.

Se entiende por componentes del hormigón todos aquellos materiales para los que este Código contempla su utilización como materia prima en la fabricación del hormigón. Se entiende por materiales para protección, reparación y refuerzo, aquellos descritos en los Artículos 39, 40 y 41.

El control será efectuado por el responsable de la recepción en la instalación industrial de prefabricación y en la central de hormigón, ya sea de hormigón preparado o de obra, salvo en el caso de centrales de obra, que se llevará a cabo por la dirección facultativa.

Cementos.

La comprobación de la conformidad del cemento se efectuará de acuerdo con la Instrucción para la recepción de cementos vigente.

Áridos.

Los áridos deberán disponer del marcado CE. El responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

En el caso de áridos de autoconsumo, el constructor o, en su caso, el suministrador de hormigón o de los elementos prefabricados, deberá aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a tres meses, realizado por un laboratorio de control según el apartado 17.2.2.1 que demuestre la conformidad del árido respecto a las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 30 de este Código.

Las frecuencias de los ensayos serán equivalentes a las exigidas para los áridos con marcado CE. Para aquellos áridos que no cumplan el huso granulométrico definido en el artículo 30 de este Código, deberán presentar un estudio de finos que justifique experimentalmente su uso.

Aditivos.

Los aditivos deberán disponer del marcado CE. El responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Adiciones.

Aquellas adiciones contempladas en las correspondientes normas armonizadas deberán disponer del marcado CE. El responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Agua.

Se podrá eximir de la realización de los ensayos cuando se utilice agua potable de red de suministro. En otros casos, salvo aquellos sancionados por la práctica, la dirección facultativa, o el responsable de la recepción en el caso de centrales de hormigón preparado o de la instalación de prefabricación, dispondrá la realización de los correspondientes ensayos en un laboratorio de los contemplados en el apartado 17.2.2.1, que permitan comprobar el cumplimiento de las especificaciones del artículo 29 con una periodicidad semestral.

Productos para la protección, reparación y refuerzo.

Salvo en el caso al que se refiere el párrafo siguiente, los materiales para protección, reparación y refuerzo deberán disponer del marcado CE. El responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y que se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que se considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

En el caso de materiales para protección, reparación y refuerzo que, por no estar incluidos en las normas armonizadas, no dispongan de marcado CE, el suministrador deberá demostrar su conformidad con las especificaciones contempladas en el proyecto y en los Artículos 39, 40 y 41 de este Código

3.8. Hormigón

3.8.1. Composición.

La composición elegida para la preparación de las mezclas destinadas a la construcción de estructuras o elementos estructurales deberá estudiarse previamente, con el fin de asegurarse de que es capaz de proporcionar hormigones cuyas características mecánicas, reológicas y de durabilidad satisfagan las exigencias del proyecto. Estos estudios se realizarán teniendo en cuenta, en todo lo posible, las condiciones de la obra real (diámetros, características superficiales y distribución de armaduras, modo de compactación, dimensiones de las piezas, etc.).

Los componentes del hormigón deberán cumplir las prescripciones incluidas en los apartados correspondientes del presente pliego. Además, el ion cloruro total aportado por los componentes no excederá de los siguientes límites:

- Obras de hormigón pretensado: 0,2 % del peso del cemento.
- Obras de hormigón armado u obras de hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración: 0,4 % del peso del cemento.

En el caso de hormigones expuestos a ambientes XD o XS los valores anteriores se reducirán al 0,1% del peso de cemento para obras de hormigón pretensado y 0,2% para obras de hormigón armado.

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 200 kg/m³. En el caso de emplearse agua reciclada, de acuerdo con el artículo 29, dicho límite podrá incrementarse hasta 210 kg/m³. Exclusivamente para el caso de los hormigones autocompactantes, se recomienda que esta cantidad no sea mayor a 250 kg/m³.

3.8.2. Características mecánicas.

La resistencia del hormigón a compresión se refiere a los resultados obtenidos en ensayos de rotura a compresión a 28 días, realizados sobre probetas cilíndricas de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura, fabricadas, conservadas y ensayadas conforme a lo establecido en este Código. En el caso de que el control

de calidad se efectúe mediante probetas cúbicas, se seguirá el procedimiento establecido en el apartado 57.3.2.

Las fórmulas contenidas en el Código corresponden a experimentación realizada con probeta cilíndrica, y del mismo modo, los requisitos y prescripciones que figuran en el Código se refieren, salvo que expresamente se indique otra cosa, a probeta cilíndrica.

Se entiende como:

- Resistencia característica de proyecto, f_{ck} , es el valor que se adopta en el proyecto para la resistencia a compresión, como base de los cálculos. Se denomina también resistencia característica especificada o resistencia de proyecto.
- Resistencia característica real de obra, f_c real, es el valor que corresponde al cuantil del 5 por 100 en la distribución de resistencia a compresión del hormigón suministrado a la obra.
- Resistencia característica estimada, $f_{c\ est}$, es el valor que estima o cuantifica la resistencia característica real de obra a partir de un número finito de resultados de ensayos normalizados de resistencia a compresión, sobre probetas tomadas en obra. Abreviadamente se puede denominar resistencia característica.

En algunas obras en las que el hormigón no vaya a estar sometido a sollicitaciones en los tres primeros meses a partir de su puesta en obra, podrá referirse la resistencia a compresión a la edad de 90 días.

En ciertas obras o en alguna de sus partes, el pliego de prescripciones técnicas particulares puede exigir la determinación de las resistencias a tracción o a flexotracción del hormigón, mediante ensayos normalizados.

Se denominan hormigones de alta resistencia a los hormigones con resistencia característica de proyecto f_{ck} superior a 50 N/mm².

Se consideran hormigones de endurecimiento rápido los fabricados con cemento de clase resistente 42,5R, 52,5 o 52,5R siempre que su relación agua/cemento sea menor o igual que 0,60, los fabricados con cemento de clase resistente 32,5R o 42,5 siempre que su relación agua/cemento sea menor o igual que 0,50 o bien aquellos en los que se utilice acelerante de fraguado. El resto de los casos se consideran hormigones de endurecimiento normal.

3.8.3. Valor mínimo de la resistencia.

En los hormigones estructurales, la resistencia de proyecto f_{ck} no será inferior a 20 N/mm² en hormigones en masa, ni a 25 N/mm² en hormigones armados o pretensados.

Cuando el proyecto establezca, de acuerdo con el apartado 57.5.6, un control indirecto de la resistencia en estructuras de hormigón en masa o armado deberá adoptarse un valor de la resistencia de cálculo a compresión f_{cd} no superior a 15 N/mm². En estos casos de nivel de control indirecto de la resistencia del hormigón, la cantidad mínima de cemento en la dosificación del hormigón también deberá cumplir los requisitos de la tabla 43.2.1.a.

3.8.4. Docilidad del hormigón.

La docilidad del hormigón será la necesaria para que, con los métodos previstos de puesta en obra y compactación, el hormigón rodee las armaduras sin solución de continuidad con los recubrimientos exigibles y rellene completamente los encofrados sin que se produzcan coqueas.

En general, la docilidad del hormigón se valorará determinando su consistencia por medio del ensayo de asentamiento, según UNE-EN 12350-2 excepto para los hormigones autocompactantes.

Cuando se determine la docilidad de acuerdo con el ensayo de asentamiento, las distintas clases de consistencia serán las siguientes:

Tipo de consistencia	Asentamiento en mm
Seca (S)	0-20
Plástica (P)	30-40
Blanda (B)	50-90
Fluida (F)	100-150
Líquida (L)	160-210

Tabla 9: Clases de consistencia.
Fuente: Tabla 33.5.a del Código Estructural.

Salvo justificación específica en aplicaciones que así lo requieran, no se empleará las consistencias seca y plástica. Además, no podrá emplearse la consistencia líquida, salvo que se consiga mediante el empleo de aditivos superplastificantes.

En obras de edificación, para pilares, forjados y vigas se utilizará un hormigón de consistencia fluida salvo justificación en contra. Esta prescripción se podría aplicar también a elementos de ingeniería civil, en especial los que pudiesen estar densamente armados, como por ejemplo tableros de puentes o estribos.

En todo caso, la consistencia del hormigón que se utilice será la especificada en los planos correspondientes, definiendo aquella por su tipo o por el valor numérico de su asentamiento en mm.

3.8.5. Tipificación de los hormigones.

Los hormigones se tipificarán de acuerdo con el siguiente formato: T - R / C / TM / A

Donde:

T Indicativo que será HM en el caso de hormigón en masa, HA en el caso de hormigón armado, HP en el de pretensado.

R Resistencia característica especificada, en N/mm².

C Letra inicial del tipo de consistencia, tal y como se define en el apartado 33.5.

TM Tamaño máximo del árido en milímetros, definido en el apartado 30.3.

A Designación del ambiente, de acuerdo con 27.1.a.

La sigla T indicativa del tipo de hormigón será HRM o HRA para el caso de hormigones en masa o armados, respectivamente, fabricados con árido reciclado.

En cuanto a la resistencia característica especificada, se recomienda utilizar la siguiente serie: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100 en la cual las cifras indican la resistencia característica especificada del hormigón a compresión a 28 días, sobre probeta cilíndrica, expresada en N/mm².

La resistencia de 20 N/mm² se limita en su utilización a hormigones en masa. En el caso de hormigones reciclados, la resistencia característica no será superior a 40 N/mm².

El hormigón que se prescriba deberá ser tal que, además de la resistencia mecánica, asegure el cumplimiento de los requisitos de durabilidad (contenido mínimo de cemento y relación agua/cemento máxima) correspondientes al ambiente del elemento estructural, reseñados en la tabla 43.2.1.a.

3.8.6. Control de calidad

3.8.6.1. Criterios generales para el control de la conformidad de un hormigón.

La conformidad de un hormigón con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en la obra, e incluirá su comportamiento en relación con la docilidad, la resistencia y la durabilidad, además de cualquier otra característica que, en su caso, establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares.

El control de recepción se aplicará tanto al hormigón preparado, como al fabricado en central de obra e incluirá una serie de comprobaciones de carácter documental y experimental, según lo indicado en este artículo.

Con objeto de garantizar la durabilidad, conforme se recoge en el apartado 43.2.1 de este Código, el hormigón se fabricará en plantas automatizadas de tal manera que se asegure que la dosificación (contenido mínimo de cemento y relación a/c) cumple con los requisitos de durabilidad de este Código. Con este fin el fabricante deberá disponer de un dispositivo asociado a la báscula que registre la pesada o estará en posesión de un Certificado del Fabricante de Software de dosificación y carga, así como un Certificado del Fabricante de Hormigón en el que se garantice la trazabilidad de los datos aportados.

3.8.6.2. Toma de muestras.

La toma de muestras se realizará de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 12350-1, pudiendo estar presentes en la misma los representantes de la dirección facultativa, del constructor y del suministrador del hormigón.

Cada determinación constará del número mínimo suficiente de probetas, de las cuales se ensayarán a 28 días como mínimo dos de ellas y cuya media será la base para la comprobación de resistencia. También se reservarán al menos dos probetas para ensayar si fuera necesario a edades superiores a 28 días. Transcurridos 60 días sin que nadie autorizado haya dispuesto de las probetas, se desecharán definitivamente.

Salvo en los ensayos previos, la toma de muestras se realizará en el punto de vertido del hormigón (obra o instalación de prefabricación), a la salida de éste del correspondiente elemento de transporte y entre ¼ y ¾ de la descarga.

El representante del laboratorio levantará un acta de toma de muestras, que deberá estar suscrita como mínimo por un representante del constructor y por él.

Su contenido obedecerá a un modelo de acta conforme lo establecido en la norma UNE-EN 12350-1 y cuyo contenido mínimo se recoge en el Anejo 4. El constructor o el suministrador de hormigón podrán requerir la realización, a su costa, de una toma de contraste.

3.8.6.3. Realización de los ensayos.

En general, la comprobación de las especificaciones de este Código para el hormigón endurecido, se llevará a cabo mediante ensayos realizados a la edad de 28 días.

Cualquier ensayo del hormigón diferente de los contemplados en este apartado, se efectuará según lo establecido en el programa de control o en el correspondiente pliego de prescripciones técnicas o, en su caso, el plan de control, o de acuerdo con las indicaciones de la dirección facultativa y pactadas y conocidas por el suministrador.

Ensayos de docilidad del hormigón:

La docilidad del hormigón se comprobará mediante la determinación de la consistencia del hormigón fresco por el método del asentamiento, según UNE-EN 12350-2. En el caso de hormigones autocompactantes, se llevará a cabo lo indicado para los mismos en el artículo 33 de este Código.

El resultado del ensayo de asentamiento del hormigón se obtiene como la media de dos determinaciones conformes a la norma UNE-EN 12350-2, sobre la misma muestra de hormigón.

El resultado de los ensayos de autocompactabilidad se obtiene como el valor de una única determinación conforme a las normas UNE-EN 12350-8, UNE-EN 12350-9, UNE-EN 12350-10, UNE-EN 12350-11 o UNE-EN 12350-12, sobre la misma muestra de hormigón.

Ensayos de resistencia del hormigón:

La resistencia del hormigón se comprobará mediante ensayos de resistencia a compresión realizados conforme a la norma UNE-EN 12390-3 efectuados sobre probetas fabricadas y curadas según UNE-EN 12390-2.

Todos los métodos de cálculo y las especificaciones de este Código se refieren a características del hormigón endurecido obtenidas mediante ensayos sobre probetas cilíndricas de 150x300 mm de diámetro y altura nominales, con tolerancias conformes a lo especificado en la norma UNE-EN 12390-1. No obstante, para la determinación de la resistencia a compresión, podrán emplearse también:

– probetas cúbicas de 100 mm de dimensión nominal con tolerancias conformes a lo especificado en la norma UNE-EN 12390-1, en el caso de hormigones con $f_{ck} \geq 50 \text{ N/mm}^2$ y siempre que el tamaño máximo del árido sea inferior a 12 mm. Podrán utilizarse estas probetas, siempre que el laboratorio tenga la aceptación de la dirección facultativa y disponga de coeficientes de conversión obtenidos a partir de correlaciones fiables con probetas cilíndricas de 150x300 mm. Las correlaciones se referirán a la misma tipificación de hormigón, con un número mínimo de parejas de resultados correlacionados recomendado superior a 18 y un coeficiente de correlación R_2 recomendado superior a 0,9.

– probetas cúbicas de 150 mm de dimensión nominal con tolerancias conformes a lo especificado en la norma UNE-EN 12390-1, en cuyo caso los resultados, a efectos de control de calidad, deberán transformarse según la siguiente expresión:

$$f_c = \lambda_{cil,cub15} f_{c,cúbica}$$

Donde: f

c Resistencia a compresión, en N/mm², referida a probeta cilíndrica de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura nominales.

f_{c,cúbica} Resistencia a compresión, en N/mm², obtenida a partir de ensayos realizados en probetas cúbicas de 150 mm.

λ_{cil,cúb15} Coeficiente de conversión.

Resistencia en probeta cúbica, f _c (N/mm ²)	λ _{cil,cub15}
f _c < 60	0,90
60 ≤ f _c < 80	0,95
f _c ≥ 80	1,00

Tabla 10: Coeficientes de conversión.
Fuente: Tabla 57.3.2 del Código Estructural.

Durante el periodo de permanencia en obra o en instalaciones de prefabricados las probetas deberán estar protegidas de impactos, vibraciones, solemiento directo, deshidratación o exposición al viento. Con objeto de evitar la desecación, tras la fabricación de las probetas la superficie expuesta debe cubrirse con una arpillera húmeda o similar, y los moldes deben permanecer en una bolsa sellada.

La temperatura exterior alrededor de las probetas deberá permanecer en el intervalo de 20°C ± 5°C (25°C ± 5°C en tiempo caluroso). En caso de no poder cumplir las condiciones de temperatura durante un periodo superior a 2 horas mientras las probetas se encuentran en la obra, el constructor deberá disponer una habitación o recinto donde depositar las probetas y que sea capaz de mantener las temperaturas de conservación establecidas. La existencia de dicho recinto deberá quedar debidamente documentada en los correspondientes partes de fabricación de probetas.

El periodo de permanencia de las probetas en la obra será de al menos 16 horas, sin superar las 72 horas hasta la entrada en la cámara de curado. Es recomendable que el periodo máximo de permanencia hasta la entrada en la cámara de curado no supere las 48 horas, especialmente en los meses de verano. En los meses de invierno, el periodo mínimo de permanencia de las probetas en la obra será de 24 horas.

Para su consideración al aplicar los criterios de aceptación para la resistencia del hormigón, del apartado 57.5.3, el recorrido relativo de un grupo de tres probetas obtenido mediante la diferencia entre el mayor resultado y el menor, dividida por el valor medio de las tres, tomadas de la misma amasada, no podrá exceder el 20%. En el caso de dos probetas, el recorrido relativo no podrá exceder el 13 %.

Ensayos de durabilidad:

La comprobación, en los casos indicados en el apartado 57.5.7, de la profundidad de penetración de agua bajo presión en el hormigón, se ensayará según UNE-EN 12390-8. El curado de las probetas se realizará en cámara a 20 ± 2 °C y humedad relativa ≥ 95 %.

Antes de iniciar el ensayo, se someterá a las probetas a un período de secado previo de 72 horas en una estufa de tiro forzado a una temperatura de 50 ± 5 °C.

Se procederá a la fabricación de tres probetas de la misma muestra para su ensayo. Los ensayos se realizarán conforme a lo establecido en el apartado 57.3 de este Código. Se elaborará un informe con los resultados obtenidos. Se indicará también la dosificación real empleada en el hormigón ensayado, así como la identificación de sus materias primas.

Los resultados de los ensayos de profundidad de penetración de agua se ordenarán de acuerdo con el siguiente criterio:

- Las profundidades máximas de penetración: $Z1 \leq Z2 \leq Z3$.
- Las profundidades medias de penetración: $T1 \leq T2 \leq T3$

La comprobación, en los casos indicados en el apartado 57.5.7, del contenido de aire ocluido, se ensayará según UNE-EN 12350-7.

3.8.6.4. Control previo al suministro.

Las comprobaciones previas al suministro del hormigón tienen por objeto verificar la conformidad de la dosificación e instalaciones que se pretenden emplear para su fabricación.

En el caso de cambio de suministrador de hormigón durante la obra, será preceptivo volver a realizar las comprobaciones recogidas en este artículo.

Comprobación documental previa al suministro.

Además de la documentación general a la que hace referencia el apartado 57.5.1, que sea aplicable al hormigón, en el caso de hormigones que no estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, según el Anejo 4 el suministrador, o en su caso el constructor, deberá presentar a la dirección facultativa una copia firmada por persona física con representación suficiente, de la declaración responsable cuyo modelo se adjunta en el citado anejo, y en su caso el resto de los ensayos previos y característicos, con una antigüedad máxima de seis meses.

En su caso, certificado de inspección de la central suministradora del hormigón preparado, según proceda, en función de lo establecido en la reglamentación industrial vigente relativa al control de producción de hormigones fabricados en central.

Comprobación de las instalaciones.

La dirección facultativa valorará la conveniencia de efectuar, directamente o a través de una entidad de control de calidad, y preferiblemente antes del inicio del suministro, una visita de inspección a la central de hormigón al objeto de comprobar su idoneidad para fabricar el hormigón que se requiere para la obra. En particular, se atenderá al cumplimiento de las exigencias establecidas en el artículo 51.

En su caso, se comprobará que se ha implantado un control de producción conforme con la reglamentación vigente que sea de aplicación y que está correctamente documentado, mediante el registro de sus comprobaciones y resultados de ensayo en los correspondientes documentos de autocontrol.

La dirección facultativa podrá comprobar que la central de hormigón garantiza la durabilidad conforme a lo indicado al apartado 57.1 de este Código.

Además se comprobará que la central de hormigón dispone de un sistema de gestión de los acopios de materiales componentes, según lo establecido en el apartado 51.2.2, que permita establecer la trazabilidad entre los suministros de hormigón y los materiales empleados para su fabricación.

Comprobaciones experimentales previas al suministro.

Las comprobaciones experimentales previas al suministro consistirán, en su caso, en la realización de ensayos previos y de ensayos característicos, de conformidad con lo indicado en el Anejo 13. Los ensayos previos tienen como objeto comprobar la idoneidad de los materiales componentes y las dosificaciones a emplear mediante la determinación de la resistencia a compresión de hormigones fabricados en laboratorio.

Los ensayos característicos tienen la finalidad de comprobar la idoneidad de los materiales componentes, las dosificaciones y las instalaciones a emplear en la fabricación del hormigón, en relación con su capacidad mecánica y su durabilidad. Para ello, se efectuarán ensayos de resistencia a compresión y, en su caso, de profundidad de penetración de agua bajo presión de hormigones fabricados en las mismas condiciones de la central y con los mismos medios de transporte con los que se hará el suministro a la obra.

En el caso que el hormigón se fabrique en obra o no se puedan aplicar las exenciones previstas en el apartado 57.4.3.1, la dirección facultativa podrá exigir la documentación acreditativa de los ensayos previos y característicos, con antigüedad máxima de 6 meses.

Posible exención de ensayos.

No serán necesarios los ensayos previos, ni los característicos en el caso de que un hormigón esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido. Cuando el hormigón proceda de una misma central que tenga documentada su experiencia de uso anterior en otras obras con la misma dosificación, con las mismas materias primas de igual naturaleza y origen, y se utilicen las mismas instalaciones no serán necesarios los ensayos previos, ni los característicos tanto los de resistencia como los de durabilidad.

3.8.6.5. Control durante el suministro.

Control documental durante el suministro.

Cada partida de hormigón empleada en la obra deberá ir acompañada de una hoja de suministro, cuyo contenido mínimo se establece en el Anejo 4. El constructor, o la persona designada en obra que le represente técnicamente, comprobará, bajo la supervisión de la dirección facultativa, que los valores reflejados en la hoja de suministro son conformes con las especificaciones de este Código, y se corresponden con las de la dosificación declarada por el suministrador.

Comprobación de la conformidad de la docilidad del hormigón durante el suministro.

Los ensayos de consistencia del hormigón fresco se realizarán, de acuerdo con lo indicado en el apartado 57.3.1, cuando se produzca alguna de las siguientes circunstancias:

- a) cuando se fabriquen probetas para controlar la resistencia,
- b) en todas las amasadas que se coloquen en obra con un control indirecto de la resistencia, según lo establecido en el apartado 57.5.6, y
- c) siempre que lo indique la dirección facultativa o lo establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares.

En el caso de hormigones autocompactantes, la dirección facultativa, en función de la aplicación a la que esté destinado el hormigón, decidirá las características de autocompactabilidad a controlar de las definidas en el apartado 33.5 y la frecuencia de control de las mismas.

Como mínimo, deberían controlarse:

- la fluidez, mediante la determinación del escurrimiento conforme a la norma UNE-EN 12350-8, con las mismas frecuencias establecidas anteriormente para la consistencia de los hormigones convencionales;
- la capacidad de paso, mediante el ensayo del anillo japonés conforme a la norma UNE-EN 12350-12, realizando una determinación cada cuatro ensayos de escurrimiento.

Criterios de aceptación o rechazo.

La especificación para la consistencia será la recogida en el pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su caso, la indicada por la dirección de obra. Se considerará conforme cuando el asentamiento obtenido en los ensayos se encuentre dentro de los límites definidos en la tabla 57.5.2.2.

Consistencia definida por su clase conforme a la tabla 33.5.a		
Tipo de consistencia	Tolerancia en mm	Intervalo resultante en mm
Seca (S)	±10	0 - 30
Plástica (P)		20 - 50
Blanda (B)		40 - 100
Fluida (F)		90 - 160
Líquida (L)		150 - 220

Tabla 11: Tolerancias para la consistencia del hormigón.
Fuente: Tabla 57.5.2.2 del Código Estructural.

El ensayo será satisfactorio cuando el resultado, conforme a lo indicado en el apartado 57.3.1, esté comprendido en el intervalo correspondiente a la clase especificada definido en la tabla 57.5.2.2.

En el caso del hormigón autocompactante, los ensayos serán satisfactorios cuando los resultados, conforme a lo indicado en el apartado 57.3.1, estén comprendidos en los intervalos de la tabla 33.5b.

En el caso de que se tipifique una clase concreta de autocompactabilidad conforme al apartado 33.6 de este Código, los ensayos serán satisfactorios cuando los resultados estén comprendidos en los intervalos correspondientes de las tablas 33.6a, 33.6b, 33.6c o 33.6d.

Ante el incumplimiento de los criterios de aceptación podrán adoptarse medidas tendentes a garantizar la aptitud de la amasada, valorando la verdadera causa de la consistencia no conforme, considerando como

punto de partida el diseño de la mezcla y las circunstancias de fabricación y transporte que hayan podido concurrir. Si tras la valoración, la amasada se considera irrecuperable, se procederá a su rechazo.

Modalidades de control de la conformidad de la resistencia del hormigón durante el suministro.

El control de la resistencia del hormigón tiene la finalidad de comprobar que la resistencia del hormigón realmente suministrado a la obra es conforme a la resistencia característica especificada en el proyecto, de acuerdo con los criterios de seguridad y garantía para el usuario definidos por este Código. La modalidad de control que se adopte en el proyecto podrá ser:

- modalidad 1. Control estadístico, según 57.5.4;
- modalidad 2. Control al 100 por 100, según 57.5.5; y
- modalidad 3. Control indirecto, según 57.5.6.

La modalidad a adoptar en el presente proyecto será la 1 “Control estadístico”.

Los ensayos de resistencia a compresión se realizarán de acuerdo con el apartado 57.3.2. Su frecuencia y los criterios de aceptación aplicables serán función de:

- la posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- que el hormigón tenga certificada la dispersión dentro del alcance de certificación de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- la modalidad de control que se adopte.

Control estadístico de la resistencia del hormigón:

Esta modalidad de control es la de aplicación general a todas las obras de hormigón estructural.

Antes de iniciar el suministro del hormigón, la dirección facultativa comunicará al constructor, y éste al suministrador, el criterio de aceptación aplicable. Para el control de su resistencia, el hormigón de la obra se dividirá en lotes, previamente al inicio de su suministro, de acuerdo con lo indicado en la tabla 57.5.4.1, salvo excepción justificada bajo la responsabilidad de la dirección facultativa.

Todas las amasadas de un lote procederán del mismo suministrador, estarán elaboradas con los mismos materiales componentes y tendrán la misma dosificación nominal. Además, no se mezclarán en un lote hormigones que pertenezcan a filas distintas de la tabla 57.5.4.1.

La conformidad del lote en relación con la resistencia se comprobará a partir de los valores medios de los resultados obtenidos sobre dos probetas tomadas para cada una de las N amasadas controladas, de acuerdo con la tabla 57.5.4.1.

DOCUMENTO N.º3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Tipo de elemento	Volumen de hormigón	Tiempo de hormigonado	N.º de elementos o dimensión	N.º de amasadas a controlar en cada lote Hormigón sin distintivo oficialmente reconocido	N.º de amasadas a controlar en cada lote Hormigón con distintivo oficialmente reconocido
Cimentaciones con elementos de volumen superior a 200 m ³	V. vertido de forma continua	1 semana	1 elemento	$N \geq V/35$ $N \geq 3$	$N \geq V/105$ $N \geq 1$
Cimentaciones superficiales con elementos de volumen inferior a 200 m ³	100 m ³	1 semana		$N \geq 3$	N=1
Vigas, forjados, losas para pavimentos y otros elementos trabajando a flexión	100 m ³	2 semanas	1000 m ² de superficie construida 2 plantas (**)	$N \geq 3$	N=1
Losa superior o inferior en marcos	200 m ³ V. vertido de forma continua	2 días	totalidad del elemento (losa superior o losa inferior)	$N \geq V/30$ $N \geq 3$	N=1
Pilares y muros portantes de edificación	100 m ³	2 semanas	500 m ² de superficie construida (*) 2 plantas (**)	$N \geq 3$	N=1
Pilas y estribos de puente (con encofrado convencional)	50 m ³	1 día	1 pila / 1 estribo	$N \geq 3$	N=1
Pilas de puente construidas por trepado y deslizado	100 m ³	2 días	1 pila	$N \geq V/20$ $N \geq 4$	N=1
Tableros de puente en general y losas in situ de tableros con elementos prefabricados y mixtos	300 m ³	1 día	1 vano 50 m de longitud	$N \geq V/20$ $N \geq 4$	$N \geq V/60$ $N \geq 1$

Tipo de elemento	Volumen de hormigón	Tiempo de hormigonado	N.º de elementos o dimensión	N.º de amasadas a controlar en cada lote Hormigón sin distintivo oficialmente reconocido	N.º de amasadas a controlar en cada lote Hormigón con distintivo oficialmente reconocido
Tableros construidos por fases(***)	600 m ³		1 fase	$N \geq V/30$ $N \geq 4$	$N \geq V/90$ $N \geq 1$
Otros elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión	100 m ³	2 semanas	500 m ² de superficie construida 2 plantas	$N \geq 3$	N=1
Soleras de túneles	100 m ³	1 día	1 fase	$N \geq 3$	N=1
Contrabóvedas de túneles	100 m ³	1 día	1 fase	$N \geq 3$	N=1

(*) En el caso de que el número de amasadas necesarias para ejecutar los pilares de un lote sea igual o inferior a tres, el límite de 500 m² se podrá elevar a 1000 m².

(**) En el caso de que un lote esté constituido por elementos de dos plantas, se deberán tener resultados de ambas plantas.

(***) A los efectos de la definición de lotes, se entiende por fase aquella parte de la estructura que se hormigona de una sola vez, de acuerdo con lo previsto en el proyecto y de manera que transcurra el tiempo suficiente para que desarrolle la resistencia requerida antes de que se ejecute la siguiente fase.

Tabla 12: Tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia.

Fuente: Tabla 57.4.1. del Código Estructural.

Cuando un lote esté constituido por amasadas de hormigones en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se aumentará su tamaño multiplicando los valores de la tabla 57.5.4.1 por cinco.

En el caso de que un lote esté constituido por amasadas de hormigones pertenecientes a centrales cuya dispersión esté certificada, se aumentará su tamaño multiplicando por dos los valores de la tabla 57.5.4.1.

En estos casos de tamaño ampliado del lote, el número mínimo de lotes será de tres, correspondiendo, si es posible, cada lote a elementos incluidos en filas distintas de la tabla 57.5.4.1 y en caso de obras de edificación los tres lotes mínimos corresponderían a cimentación, elementos sometidos a compresión y elementos sometidos a flexión.

En el caso de que se produjera un incumplimiento al aplicar el criterio de aceptación correspondiente, la dirección facultativa no aplicará la consideración especial de ampliación del tamaño del lote y reducción del número de amasadas de ensayo por lote, definida para hormigón con distintivo de calidad oficialmente reconocido, para los seis lotes siguientes a partir de la detección del incumplimiento. Si en dichos lotes se cumplen las exigencias del distintivo, la dirección facultativa, en el séptimo lote volverá a aplicar las consideraciones para tamaño de lote y número de amasadas de ensayo, definido para hormigones con distintivo de calidad oficialmente reconocido. Si por el contrario, se produjera algún nuevo incumplimiento en los seis lotes mencionados, la comprobación de la conformidad, (tamaño del lote, número de amasadas por lote y criterio de aceptación) durante el resto del suministro se efectuará como si el hormigón no estuviera en posesión del distintivo de calidad o no tuviera la dispersión certificada en la central.

En ningún caso, un lote podrá estar formado por amasadas suministradas a la obra durante un período de tiempo superior a seis semanas.

En el caso de que un lote esté ejecutado con hormigón de resistencia $\geq f_{ck}$ 50 N/mm², deberá cumplir además, que: $N \geq 6$.

Criterios de identificación de la resistencia del hormigón.

Esta modalidad se aplica únicamente a hormigones en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, ya que su objeto es detectar si un determinado volumen de hormigón pertenece a la misma población ya verificada como conforme con la resistencia característica mediante la evaluación de la conformidad realizada por la entidad que otorga el distintivo. Se procederá a la aceptación del lote cuando se cumpla el siguiente criterio: $x_i \geq f_{ck}$

Donde: x_i Resistencia a la compresión obtenida en las determinaciones de resistencia para cada una de las amasadas.

Criterios de aceptación o rechazo de la resistencia del hormigón.

Los criterios de aceptación de la resistencia del hormigón para esta modalidad de control, se definen a partir de la siguiente casuística:

- Caso 1: hormigones con la dispersión certificada dentro del alcance de certificación de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Caso 2: hormigones sin distintivo de calidad oficialmente reconocido suministrados de forma continua por la misma central de hormigón preparado en los que se controlan en la obra más de treinta y seis amasadas del mismo tipo de hormigón.
- Caso 3: hormigones sin distintivo de calidad oficialmente reconocido, fabricados de forma continua en central de obra o suministrados de forma continua por la misma central de hormigón preparado. Para cada caso, se procederá a la aceptación del lote cuando se cumplan los criterios establecidos en la tabla 57.5.4.3.a.

Caso de control estadístico	Criterio de aceptación	Observaciones
1	$f(\bar{x}) = \bar{x}(1 - 1.66\delta^*) \geq f_{ck}$	Hormigones con la dispersión certificada dentro del alcance de certificación de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
2	$f(\bar{x}) = \bar{x} - 1.66s_{35}^* \geq f_{ck}$	Se han controlado más de 36 amasadas.
3	$f(x_i) = x_i K_n \geq f_{ck}$	Hasta la 36.ª amasada.

donde:

$f(\bar{x}); f(x_i)$ Funciones de aceptación.

\bar{x} Valor medio de los resultados obtenidos en las N amasadas ensayadas por lote de obra.

x_i Valor mínimo de los resultados obtenidos en las últimas N amasadas controladas del lote de obra.

f_{ck} Valor de la resistencia característica especificada en el proyecto.

K_n Coeficiente que toma los valores reflejados en la tabla 57.5.4.3.b.

s_{35}^* Valor de la desviación típica muestral, correspondiente a las últimas 35 amasadas.

$$s_{35}^* = \sqrt{\frac{1}{34} \sum_{i=1}^{35} (x_i - \bar{x}_{35})^2}$$

δ Coeficiente de variación certificado.

Tabla 13: Criterios de aceptación de los lotes de hormigón..

Fuente: Tabla 57.4.3. a. del Código Estructural.

Coeficiente	Número de amasadas controladas (N)								
	3	4	5	6	7	8	9	10	>10
K_n	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	1

Tabla 14: Número de amasadas controladas.

Fuente: Tabla 57.4.3.b. del Código Estructural.

Comprobación de la conformidad de la durabilidad del hormigón durante el suministro.

En los hormigones que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18, se realizará el ensayo de penetración de agua en el hormigón, de acuerdo con lo indicado en el apartado 57.3.3, al inicio y posteriormente una vez cada seis meses a lo largo del suministro para cada tipo de dosificación, para los hormigones de ambientes XA, XS, XD, XF o XM.

La dirección facultativa o el plan de control, pueden extender este ensayo a hormigones de otros ambientes. En este caso se considerará como «característica adicional» en la designación del hormigón, siendo de aplicación lo previsto en este caso en el apartado 51.3.4 de este Código.

El ensayo será satisfactorio cuando el resultado, conforme a lo indicado en el apartado 57.3.3 cumpla simultáneamente las siguientes condiciones.

Clase de exposición ambiental	Especificaciones para las profundidades máxima	Especificaciones para las profundidades medias
XS3, XA3 XA2 (solo en el caso de elementos pretensados)	$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{3} \leq 30 \text{ mm}$ $Z_3 \leq 40 \text{ mm}$	$T_m = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \leq 20 \text{ mm}$ $T_3 \leq 27 \text{ mm}$
XS1, XS2, XD1, XD2, XD3, XA1, XM1, XM2, XM3, XF3, XF1, XF2, XF4, XA2 (en el caso de elementos en masa o armados)	$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{3} \leq 50 \text{ mm}$ $Z_3 \leq 65 \text{ mm}$	$T_m = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \leq 30 \text{ mm}$ $T_3 \leq 40 \text{ mm}$
X0, XC1, XC2, XC3, XC4	No requiere esta comprobación	No requiere esta comprobación

Tabla 15: Especificaciones del ensayo de penetración de agua.
Fuente: Tabla 57.5.7. del Código Estructural.

En los hormigones que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18, se realizará el ensayo de contenido de aire en el hormigón, de acuerdo con lo indicado en el apartado 57.3.3, al inicio y posteriormente una vez cada seis meses a lo largo del suministro para cada tipo de dosificación, cuando un hormigón esté sometido a una clase de exposición XF2 y XF4.

La dirección facultativa o el pliego de prescripciones técnicas de la obra pueden extender este ensayo a otros ambientes. En este caso se considerará «característica adicional» en la designación del hormigón, siendo de aplicación lo previsto para este caso en el apartado 51.3.4 de este Código.

El ensayo será satisfactorio cuando el resultado, conforme a lo indicado en el apartado 57.3.3 cumpla con la limitación indicada en el apartado 43.3.2 de este Código.

Certificado del hormigón suministrado.

Al finalizar el suministro de un hormigón a la obra, el constructor facilitará a la dirección facultativa un certificado de los hormigones suministrados, con indicación de los tipos y cantidades de los mismos, elaborado por el fabricante y firmado por persona física con representación suficiente, cuyo contenido será conforme a lo establecido en el Anejo 4 de este Código. También se podrán elaborar certificados parciales mensuales en el caso de suministros prolongados en el tiempo.

3.9. Acero en redondos para armaduras pasivas

Los productos de acero que pueden emplearse para la elaboración de armaduras pasivas serán:

– Barras rectas o rollos de acero corrugado o grafilado.

No se permite el empleo de alambres lisos para la elaboración de armaduras pasivas, excepto como elementos de conexión de armaduras básicas electrosoldadas en celosía. Los productos de acero para armaduras pasivas no presentarán defectos superficiales ni grietas.

Las secciones nominales y las masas nominales por metro serán las establecidas en la tabla 6 de la norma UNE-EN 10080. La sección equivalente no será inferior al 95,5 por 100 de la sección nominal.

Se entiende por diámetro nominal de un producto de acero el número convencional que define el círculo respecto al cual se establecen las tolerancias. El área del mencionado círculo es la sección nominal.

Se entiende por sección equivalente de un producto de acero, el área de la sección circular de un cilindro ideal de igual volumen y longitud. El diámetro de dicho círculo se denomina diámetro equivalente. La determinación de la sección equivalente debe realizarse a partir de la masa real, determinada mediante

pesada, sobre una longitud mínima de 500 mm y después de limpiar cuidadosamente el producto de acero para eliminar las posibles escamas de laminación y el óxido no adherido firmemente.

Se calculará mediante la fórmula: $S = 127,389 \times m / l$

Donde:

S es el área de la sección, en mm², con tres cifras significativas;

m es la masa de la probeta, en g;

l es la longitud de la probeta, en mm.

Se considerará como límite elástico del acero para armaduras pasivas, f_y , el valor de la tensión que produce una deformación remanente del 0,2 por 100.

3.9.1. Barras y rollos de acero soldable.

Solo podrán emplearse barras o rollos de acero soldable que sean conformes con UNE-EN 10080.

Los posibles diámetros nominales de las barras corrugadas serán los definidos en la serie siguiente, de acuerdo con la tabla 6 de la norma UNE-EN 10080: 6 – 8 – 10 – 12 – 14 – 16 – 20 – 25 – 32 y 40 mm.

Salvo en el caso de mallas electrosoldadas o armaduras básicas electrosoldadas en celosía, se procurará evitar el empleo del diámetro de 6 mm cuando se aplique cualquier proceso de soldadura, resistente o no resistente, en la elaboración o montaje de la armadura pasiva. En la tabla siguiente se definen los tipos de acero soldable, según UNE 36065 y UNE 36068:

Tipo de acero	Acero soldable		Acero soldable con características especiales de ductilidad	
	B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Designación	B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Límite elástico, f_y (N/mm ²) ⁽¹⁾	≥ 400	≥ 500	≥ 400	≥ 500
Carga unitaria de rotura, f_u (N/mm ²) ⁽¹⁾	≥ 440	≥ 550	≥ 480	≥ 575
Alargamiento de rotura, $\epsilon_{u,5}$ (%)	≥ 14	≥ 12	≥ 20	≥ 16
Alargamiento total bajo carga máxima, ϵ_{max} (%)	acero suministrado en barra	≥ 5,0	≥ 5,0	≥ 7,5
	acero suministrado en rollo ⁽³⁾	≥ 7,5	≥ 7,5	≥ 10,0
Relación f_u/f_y ⁽²⁾	≥ 1,08	≥ 1,08	$1,20 \leq f_u/f_y \leq 1,35$	$1,15 \leq f_u/f_y \leq 1,35$ ⁽⁴⁾
Relación $f_{y,real}/f_{y,nominal}$	--	--	≤ 1,20	≤ 1,25

⁽¹⁾ Para el cálculo de los valores unitarios se utilizará la sección nominal.

⁽²⁾ Relación admisible entre la carga unitaria de rotura y el límite elástico obtenidos en cada ensayo.

⁽³⁾ En el caso de aceros procedentes de suministros en rollo, los resultados pueden verse afectados por el método de preparación de la muestra para su ensayo, que deberá hacerse conforme a lo indicado en el Anejo 11. Considerando la incertidumbre que puede conllevar dicho procedimiento, pueden aceptarse aceros que presenten valores característicos de ϵ_{max} que sean inferiores en un 0,5% a los que recoge la tabla para estos casos.

⁽⁴⁾ En el caso de la utilización de aceros soldables inoxidables dúplex o austeníticos como medida especial de durabilidad, debido a su relación constitutiva de tensión-deformación específica, la relación se calcula utilizando el valor de f_y 7% en lugar de f_u .

Tabla 16: Tipos de acero soldable.

Fuente: Tabla 34.2.a del Código Estructural.

Las características mecánicas mínimas garantizadas por el suministrador serán conformes con las prescripciones de la tabla 34.2.a. Además, las barras deberán tener aptitud al doblado simple, manifestada por la ausencia de grietas apreciables a simple vista al efectuar el ensayo según UNE-EN ISO 15630-1, empleando los mandriles de la tabla siguiente.

Doblado simple $\alpha = 180^\circ$	
$d \leq 16$	$d > 16$
3 d	6 d

Tabla 17: Diámetro de los mandriles..
Fuente: Tabla 34.2.b del Código Estructural.

Donde:

d Diámetro nominal de barra, en mm.

α Ángulo de doblado.

Alternativamente al ensayo de aptitud al doblado simple, se podrá realizar el ensayo de doblado-desdoblado, según UNE-EN ISO 15630-1, para lo que deberán emplearse los mandriles especificados en la tabla siguiente.

Doblado-desdoblado $\alpha = 90^\circ \beta = 20^\circ$		
$d \leq 16$	$16 < d \leq 25$	$d > 25$
5 d	8 d	10 d

Tabla 18: Diámetro de los mandriles..
Fuente: Tabla 34.2.b del Código Estructural.

Donde:

d Diámetro nominal de barra, en mm.

α Ángulo de doblado.

β Ángulo de desdoblado.

Los aceros soldables deberán cumplir los requisitos de la tabla 34.2.d en relación con el ensayo de fatiga según UNE-EN ISO 15630-1. Además, para los aceros soldables con características especiales de ductilidad (B 400 SD y B 500 SD), de obligado uso en obras con sollicitación sísmica, no se deberá producir la rotura, parcial o total, ni la aparición de grietas transversales apreciables a simple vista al efectuar el ensayo de carga cíclica (UNE 36065) conforme a los requisitos de la tabla 34.2.e.

Característica	B 400 S	B 500 S
	B 400 SD	B 500 SD
Número de ciclos que debe soportar la probeta sin romperse.	≥ 2 millones	
Tensión máxima, $\sigma_{\max} = 0,6 f_y$ nominal (N/mm ²).	240	300
Amplitud, $2\sigma_a = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$ (N/mm ²).	150	
Frecuencia, f (Hz).	$1 \leq f \leq 200$	
Longitud libre entre mordazas, (mm).	$\geq 14 d$ ≥ 140 mm (la mayor de ambas)	

Tabla 19: Especificación del ensayo de fatiga.
Fuente: Tabla 34.2.d del Código Estructural.

Diámetro nominal (mm)	Longitud libre entre mordazas	Deformaciones máximas de tracción y compresión (%)	Número de ciclos completos simétricos de histéresis	Frecuencia f (Hz)
$d \leq 16$	5 d	± 4	3	$1 \leq f \leq 3$
$16 < d \leq 25$	10 d	$\pm 2,5$		
$d \geq 25$	15 d	$\pm 1,5$		

Tabla 20: Especificación del ensayo de carga cíclica.
Fuente: Tabla 34.2.e del Código Estructural.

Las características de adherencia de las barras de acero podrán comprobarse, sobre barra recta o barra enderezada procedente de rollo, mediante el método general (ensayo de la viga) del Anejo C de la norma UNE-EN 10080 o el de la norma UNE 36740 o, alternativamente, mediante la geometría de corrugas o grafilas conforme a lo establecido en la norma UNE-EN ISO 15630-1. En el caso de que la comprobación se efectúe mediante el ensayo de la viga, deberán cumplirse simultáneamente las siguientes condiciones:

– Diámetros inferiores a 8 mm:

$$\tau_{bm} \geq 6,88$$

$$\tau_{bu} \geq 11,22$$

– Diámetros de 8 mm a 32 mm, ambos inclusive:

$$\tau_{bm} \geq 7,84 - 0,12 \phi$$

$$\tau_{bu} \geq 12,74 - 0,19 \phi$$

– Diámetros superiores a 32 mm:

$$\tau_{bm} \geq 4,00$$

$$\tau_{bu} \geq 6,66$$

Donde τ_{bm} y τ_{bu} se expresan en N/mm^2 y ϕ en mm.

En el caso de comprobarse las características de adherencia mediante el ensayo de la viga, los aceros serán objeto de un certificado de características. Los ensayos de la viga para esta certificación deben ser efectuados por un laboratorio oficial o acreditado conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 para el referido ensayo. En el certificado de ensayos, que debe ser emitido por el laboratorio que ha realizado los ensayos, se consignarán obligatoriamente, las características geométricas, determinadas por el laboratorio para todos los diámetros de cada serie a partir de los resultados de los ensayos, de los aceros para los que se certifica el cumplimiento de los requisitos de adherencia establecidos en este apartado. El certificado de adherencia debe incluir la información indicada en el Anejo 4, apartado 1.1.7.

Alternativamente, en el caso de comprobarse la adherencia mediante la geometría de corrugas o grafilas, el área proyectada de las corrugas (f R) o, en su caso, de las grafilas (f P) determinadas según UNE-EN ISO 15630-1, deberá cumplir las condiciones de la tabla 34.2.f.

d (mm)	≤ 6	8-12	>12
f_R o f_p (mm)	≥ 0,035	≥ 0,040	≥ 0,056

Nota: No es preciso el cumplimiento de los valores de esta tabla, cuando el ensayo de la viga garantice las tensiones de adherencia.

Tabla 21: Área proyectada de corrugas o de grafilas.
Fuente: Tabla 34.2.f del Código Estructural.

La composición química, en porcentaje en masa, del acero deberá cumplir los límites establecidos en la tabla 34.2.g, por razones de soldabilidad y durabilidad.

Análisis	C ⁽¹⁾	S	P	N ⁽²⁾	Cu	C _{eq} ⁽¹⁾
Sobre colada	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Sobre producto	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52

⁽¹⁾ Se admite elevar el valor límite de C en 0,03%, si C_{eq} se reduce en 0,02%.

⁽²⁾ Se admiten porcentajes mayores de N si existe una cantidad suficiente de elementos fijadores de N.

Tabla 22: Composición química.
Fuente: Tabla 34.2.g del Código Estructural.

En la anterior tabla, el valor de carbono equivalente, C_{eq}, se calculará mediante:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

Donde los símbolos de los elementos químicos indican su contenido, en tanto por ciento en masa.

3.9.2. Armaduras pasivas

Se entiende por armadura pasiva el resultado de montar, en el correspondiente molde o encofrado, el conjunto de armaduras normalizadas, ferrallas elaboradas o ferrallas armadas que, convenientemente solapadas y con los recubrimientos adecuados, tienen una función estructural.

Las características mecánicas, químicas y de adherencia de las armaduras pasivas serán las de las armaduras normalizadas o, en su caso, las de la ferralla armada que las componen. Los diámetros nominales y geometrías de las armaduras serán las definidas en el correspondiente proyecto.

Se definen los tipos de armaduras de acuerdo con las especificaciones incluidas en la tabla 35.1.

Tipo de armadura	Armadura con acero de baja ductilidad	Armadura con acero soldable de ductilidad normal		Armadura con acero soldable y características especiales de ductilidad	
Designación.	AP 500 T	AP 400 S	AP 500 S	AP 400 SD	AP 500 SD
Alargamiento total bajo carga máxima, ϵ_{max} (%)(**).	-	$\geq 5,0$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$	$\geq 7,5$
Tipo de acero.	-	B 400 S B 400 SD (*)	B 500 S B 500 SD (*)	B 400 SD	B 500 SD
Tipo de malla electrosoldada, en su caso, según 35.2.1.	ME 500 T	ME 400 S ME 400 SD	ME 500 S ME 400 SD	ME 400 SD	ME 500 SD
Tipo de armadura básicas electrosoldada en celosía, en su caso, según 35.2.2.	AB 500 T	AB 400 S AB 400 SD	AB 500 S AB 500 SD	AB 400 SD	AB 500 SD

(*) En el caso de ferralla armada AP 400 SD o AP 500 SD elaborada a partir de acero soldable con características especiales de ductilidad, el margen de transformación del acero producido en la instalación de ferralla, conforme al apartado 49.3.2, se referirá a las especificaciones establecidas para dicho acero en la Tabla 34.2.a.

(**) Considerando lo expuesto en 34.2 para aceros suministrados en rollo, pueden aceptarse valores de ϵ_{max} que sean inferiores en un 0,5%.

Tabla 23: Tipos de aceros y armaduras normalizadas a emplear para las armaduras pasivas.
Fuente: Tabla 35.1 del Código Estructural.

3.9.2.1. Armaduras normalizadas

Se entiende por armaduras normalizadas las mallas electrosoldadas o las armaduras básicas electrosoldadas en celosía, conformes con la UNE-EN 10080 y que cumplen las especificaciones de los apartados 35.2.1 y 35.2.2, respectivamente.

3.9.2.2. Mallas electrosoldadas

Se entiende por malla electrosoldada la armadura formada por la disposición de barras o alambres de acero, longitudinales y transversales, de diámetro nominal igual o diferente, que se cruzan entre sí perpendicularmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica, realizada en un proceso de producción en serie en instalación industrial ajena a la obra, que sea conforme con lo establecido en UNE-EN 10080.

Se entiende por mallas estándar las mallas electrosoldadas fabricadas conforme a las geometrías definidas en las normas UNE 36060, UNE 36061 y UNE 36092, y recogidas en las tablas 35.2.1.b, 35.2.1.c y 35.2.1.d. Se entiende por mallas especiales las mallas electrosoldadas, distintas a las incluidas en las anteriores tablas, fabricadas conforme a los requisitos especificados por el usuario. Las mallas electrosoldadas serán fabricadas, exclusivamente, a partir de barras o alambres de acero (ambos corrugados o grafilados), que no se mezclarán entre sí y deberán cumplir las exigencias establecidas para los mismos en el artículo 34 del Código.

La designación de las mallas electrosoldadas se realizará de la siguiente forma, conforme con lo indicado en el apartado 5.2 de la UNE-EN 10080:

En el caso de las MALLAS ESTÁNDAR:

- a) Designación de la forma del producto (ME).
- b) Dimensiones nominales del producto:
 - b.1) Separaciones, expresadas en milímetros y separadas por el signo x, de los elementos longitudinales y transversales,
 - b.2) Diámetros de las armaduras longitudinal y transversal, expresados en milímetros, precedido por el símbolo \emptyset y separados por un guion,

- b.3) Las longitudes de los elementos longitudinales y transversales, respectivamente, expresadas en milímetros y unidas por el signo x,
 - b.4) Los sobrelargos indicando los salientes en ambos extremos en sentido longitudinal u1 /u2 y transversal u3 /u4 y, en su caso, longitud de la zona de ahorro PA (zona de la malla en la que se modifica su estructura para no duplicar la sección resistente una vez efectuado el solapo de paneles en obra), separados por un guion y expresados en milímetros.
 - c) La designación del tipo de acero. D
-) Referencia a la norma europea UNE-EN 10080.

En el caso de las MALLAS ESPECIALES, deben describirse utilizando las indicaciones siguientes y mediante un plano totalmente dimensionado que incluya todo lo indicado en el apartado b):

- a) Designación de la forma del producto (ME ESPECIAL).
 - b) Dimensiones nominales del producto, solo en el caso de mallas especiales cuyos elementos longitudinales sean del mismo diámetro y longitud y cuya separación sea igual, y lo mismo ocurra con los elementos transversales (ver ejemplo).
- b.1) Separaciones, expresadas en milímetros y separadas por el signo x, de los elementos longitudinales y transversales,
 - b.2) Diámetros de las armaduras longitudinal y transversal, expresados en milímetros, precedido por el símbolo Ø y separados por un guion,
 - b.3) Las longitudes de los elementos longitudinales y transversales, respectivamente, expresadas en milímetros y unidas por el signo x,
 - b.4) Los sobrelargos indicando los salientes en ambos extremos en sentido longitudinal u1 /u2 y transversal u3 /u4 y, en su caso, longitud de la zona de ahorro PA (zona de la malla en la que se modifica su estructura para no duplicar la sección resistente una vez efectuado el solapo de paneles en obra), separados por un guion y expresados en milímetros.

En el caso de mallas especiales con diseño complejo, no será necesario incluir estas dimensiones nominales del producto en la designación, ya que quedarán totalmente definidas en el plano dimensionado.

- c) La designación del tipo de acero.
- d) Referencia a la norma europea UNE-EN 10080.
- e) Referencia de usuario: la referencia de usuario incluirá el proyecto u obra al que va destinado y el número o referencia del plano dimensionado de la malla firmado por el solicitante.

Se definen los tipos de mallas electrosoldadas incluidos en la tabla 35.2.1.a, en función del acero con el que están fabricadas.

Tipos de mallas electrosoldadas	ME 500 SD	ME 400 SD	ME 500 S	ME 400 S	ME 500 T
Tipo de acero	B 500 SD, según 34.2	B 400 SD, según 34.2	B 500 S, según 34.2	B 400 S, según 34.2	B 500 T, según 34.2

Tabla 24: Tipos de mallas electrosoldadas.
Fuente: Tabla 35.2.1 a del Código Estructural.

La composición geométrica de las mallas estándar debe ser la siguiente: – Para los tipos de mallas ME400SD y ME500SD la especificada en la tabla 35.2.1.b. – Para los tipos de mallas ME400S y ME500S la especificada en la tabla 35.2.1.c. – Para los tipos de mallas ME500T la especificada en la tabla 35.2.1.d.

Separación entre barras (mm)		Diámetro (mm)		*Secciones (cm ² /m)		N.º barras		u ₁ (mm)	u ₂ (mm)	u ₃ (mm)	u ₄ (mm)	Masa nominal del panel	
P _L	P _C	d _L	d _C	A _L	A _C	N _L	N _C					Kg/panel	Kg/m ²
150	150	6,0	6,0	1,89	1,89	12	38	300	150	400	150	34,54	2,617
200	200	6,0	6,0	1,42	1,42	9	28	400	200	400	200	25,66	1,944
150	150	8,0	8,0	3,35	3,35	12	37	450	150	400	150	60,59	4,590
200	200	8,0	8,0	2,52	2,52	9	28	400	200	400	200	45,66	3,459
150	150	10,0	10,0	5,23	5,23	11	36	600	150	550	150	89,59	6,787
200	200	10,0	10,0	3,93	3,93	8	27	600	200	600	200	66,27	5,020
150	150	12,0	12,0	7,53	7,53	10	36	600	150	700	150	123,61	9,364
200	200	12,0	12,0	5,65	5,65	8	27	600	200	600	200	95,37	7,225
200	200	16,0	16,0	10,05	10,05	7	26	800	200	800	200	156,74	11,874

* Secciones teóricas por metro lineal correspondientes a la separación nominal entre barras (P_L; P_C).
Nota: 1 Medidas estándar de los paneles 6000 mm × 2200 mm.

Tabla 25: Mallas estándar ME400SD y ME500SD.
Fuente: Tabla 35.2.1 b del Código Estructural.

Separación entre barras (mm)		Diámetro (mm)		*Secciones (cm ² /m)		N.º barras		u ₁ (mm)	u ₂ (mm)	u ₃ (mm)	u ₄ (mm)	P _A (mm)	Masa nominal del panel	
P _L	P _C	d _L	d _C	A _L	A _C	N _L	N _C						Kg/panel	Kg/m ²
150	150	6,0	6,0	1,89	1,89	12	40	75	75	125	125	300	35,52	2,691
200	200	6,0	6,0	1,42	1,42	9	30	100	100	100	100	400	26,64	2,018
150	150	8,0	8,0	3,35	3,35	11	40	75	75	200	200	300	60,83	4,608
200	200	8,0	8,0	2,52	2,52	8	30	100	100	200	200	400	45,03	3,411
150	150	10,0	10,0	5,23	5,23	11	40	75	75	200	200	300	95,02	7,198
200	200	10,0	10,0	3,93	3,93	8	30	100	100	200	200	400	70,34	5,329
150	150	12,0	12,0	7,53	7,53	9	40	75	75	350	350	300	126,10	9,553
200	200	12,0	12,0	5,65	5,65	7	30	100	100	300	300	400	95,90	7,265
200	200	16,0	16,0	10,05	10,05	7	30	100	100	300	300	400	170,64	12,927

* Secciones teóricas por metro lineal correspondientes a la separación nominal entre barras (P_L; P_C).
Nota: 1 Medidas estándar de los paneles 6000 mm × 2200 mm.

Tabla 26: Mallas estándar ME400S y ME500S.
Fuente: Tabla 35.2.1 b del Código Estructural.

L-2021-13081

Separación entre barras (mm)		Diámetro (mm)		*Secciones (cm ² /m)		N.º barras		u ₁ (mm)	u ₂ (mm)	u ₃ (mm)	u ₄ (mm)	P _A (mm)	Masa nominal del panel	
P _L	P _C	d _L	d _C	A _L	A _C	N _L	N _C						Kg/panel	Kg/m ²
150	150	5,0	5,0	1,31	1,31	12	40	75	75	125	125	300	24,64	1,867
200	200	5,0	5,0	0,98	0,98	9	30	100	100	100	100	400	18,48	1,400
150	150	6,0	6,0	1,89	1,89	12	40	75	75	125	125	300	35,52	2,691
200	200	6,0	6,0	1,42	1,42	9	30	100	100	100	100	400	26,64	2,018
150	150	8,0	8,0	3,35	3,35	11	40	75	75	200	200	300	60,83	4,608
200	200	8,0	8,0	2,52	2,52	8	30	100	100	200	200	400	45,03	3,411
150	150	10,0	10,0	5,23	5,23	11	40	75	75	200	200	300	95,02	7,198
200	200	10,0	10,0	3,93	3,93	8	30	100	100	200	200	400	70,34	5,329
150	150	12,0	12,0	7,53	7,53	9	40	75	75	350	350	300	126,10	9,553
200	200	12,0	12,0	5,65	5,65	7	30	100	100	300	300	400	95,90	7,265
200	200	16,0	16,0	10,05	10,05	7	30	100	100	300	300	400	170,64	12,927
200	300	5,0	5,0	0,98	0,65	9	20	150	150	100	100	400	15,09	1,143
150	300	5,0	5,0	1,31	0,65	12	20	150	150	125	125	300	17,86	1,353
150	300	6,0	6,0	1,89	0,94	12	20	150	150	125	125	300	25,75	1,951
150	300	8,0	8,0	3,35	1,68	11	20	150	150	200	200	300	43,45	3,292

* Secciones teóricas por metro lineal correspondientes a la separación nominal entre barras (P_L; P_C).
 Nota: 1 Medidas estándar de los paneles 6000 mm x 2200 mm.

Tabla 27: Mallas estándar ME500T.
 Fuente: Tabla 35.2.1 d del Código Estructural.

La nomenclatura empleada en las tablas es la siguiente:

AL Sección de acero longitudinal por metro lineal.

AC Sección de acero transversal por metro lineal.

dC Diámetro de los elementos transversales.

dL Diámetro de los elementos longitudinales.

NC Número de elementos transversales.

NL Número de elementos longitudinales.

PC Separación entre elementos transversales.

PL Separación entre elementos longitudinales.

PA Zona de ahorro, consiste en la ausencia del elemento longitudinal adyacente al de borde en ambos bordes longitudinales del panel.

u1 , u2 Sobrelargo de los elementos longitudinales.

u3 , u4 Sobrelargo de los elementos transversales.

La composición geométrica de las mallas especiales debe ser acordada entre fabricante y cliente. El número de elementos del panel debe ser el correspondiente a los valores nominales indicados en un plano totalmente dimensionado y deben identificarse mediante las referencias del usuario.

Las tolerancias dimensionales serán conformes con las establecidas en el apartado 7.3.5.2 de la norma UNE-EN 10080. Las tolerancias en la separación de elementos no pueden en ningún caso provocar la disminución del número de elementos indicados en las tablas 35.2.1.a, 35.2.1.b y 35.2.1.c para las mallas estándar, o en los planos para las mallas especiales.

El valor nominal de la masa de los paneles está calculado con los valores de masa, de los elementos constituyentes, establecidos en la tabla 6 de la norma UNE-EN 10080.

El valor absoluto de la desviación de la masa, con relación al valor nominal de masa, no debe ser superior al 4,5%. Para los elementos constituyentes, el valor absoluto de la desviación de la masa por metro, con relación al valor nominal de masa por metro, no debe ser superior al 4,5 %.

En función del tipo de malla electrosoldada, sus elementos deberán cumplir las especificaciones que les sean de aplicación, de acuerdo con lo especificado en UNE-EN 10080 y en los correspondientes apartados del artículo 34. Además, las mallas electrosoldadas deberán cumplir que la carga de despegue (F_s) de las uniones soldadas,

$$F_{s \min} = 0,25 \times f_y \times A_n$$

Donde f_y es el valor del límite elástico especificado y A_n es la sección transversal nominal del mayor de los elementos de la unión o de uno de los elementos pareados, según se trate de mallas electrosoldadas simples o dobles, respectivamente.

Las mallas electrosoldadas con características especiales de ductilidad (B400SD y B500SD) deberán cumplir los requisitos de la tabla 35.2.1.e en relación con el ensayo de fatiga según UNE-EN ISO 15630-2, así como los de la tabla 35.2.1.f, relativos al ensayo de carga cíclica.

El ensayo de carga cíclica consiste en someter a una probeta a tres ciclos completos de histéresis, simétricos y comprobar tras el mismo si se ha producido algún tipo de daño: rotura parcial o total, o bien la aparición de grietas transversales apreciables a simple vista.

Característica	B400SD	B500SD
Número de ciclos que debe soportar la probeta sin romperse.	≥ 2 millones	
Tensión máxima, $\sigma_{\max} = 0,6 f_y$ nominal (N/mm ²).	240	300
Amplitud, $2\sigma_a = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$ (N/mm ²).	100	
Frecuencia, f (Hz).	1 ≤ f ≤ 200	
Longitud libre entre mordazas, (mm).	≥ 14 d ≥ 140 mm (la mayor de ambas)	

Tabla 28: Especificación del ensayo de fatiga.
Fuente: Tabla 35.2.1 e del Código Estructural.

Diámetro nominal (mm)	Longitud libre entre mordazas	Deformaciones máximas de tracción y compresión (%)	Número de ciclos completos simétricos de histéresis	Frecuencia f (Hz)
$d \leq 16$	5 d	± 4	3	1 ≤ f ≤ 3
$d = 20$	10 d	± 2,5		
$d \geq 25$	15 d	± 1,5		

Tabla 29: Especificación del ensayo de fatiga.

Fuente: Tabla 35.2.1 e del Código Estructural.

3.9.2.3. Ferralla

Se define como:

– ferralla elaborada, cada una de las formas o disposiciones de elementos que resultan de aplicar, en su caso, los procesos de enderezado, de corte y de doblado a partir de acero conforme con el apartado 34.2 o, en su caso, a partir de mallas electrosoldadas conformes con el apartado 35.2.1 del Código.

– ferralla armada, el resultado de aplicar a las ferrallas elaboradas los correspondientes procesos de armado, bien mediante atado por alambre o mediante soldadura no resistente.

Las especificaciones relativas a los procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras pasivas se recogen en el artículo 49 del Código Estructural.

3.9.3. Control de calidad del acero para armaduras pasivas

En el caso de que el acero deba de disponer de marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Mientras no esté vigente el marcado CE para los aceros soldables destinados a la elaboración de armaduras pasivas, deberán ser conformes con el artículo 34 de este Código. La comprobación de su conformidad, de acuerdo con lo indicado en el artículo 56 comprenderá:

- a) un control documental conforme al apartado 21.1,
- b) en su caso, un control mediante distintivos de calidad oficialmente reconocidos conformes con lo indicado en el artículo 18, y
- c) en su caso, un control experimental, mediante la realización de ensayos (dicho control experimental no será preceptivo en el caso de que el acero presente un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18).

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en este Código, el plan de control podrá fijar los ensayos que considere pertinentes.

El control del acero para armaduras pasivas será efectuado por el responsable de la recepción del mismo en la instalación industrial (armadura normalizada o ferralla), de prefabricación o en la obra para el caso de que las armaduras se elaboren en la propia obra

En los productos que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18, para la realización de los ensayos, control experimental, se procederá a la división en lotes de la cantidad de acero suministrado. El tamaño máximo del lote será de 30 toneladas, procedentes del mismo fabricante de acero, marca comercial, tipo de acero, forma de suministro y serie de diámetros.

Las series de diámetros se clasifican como sigue a continuación: – Serie fina: diámetros hasta 10 mm. – Serie media: diámetros desde 12 mm hasta 20 mm.

- Serie gruesa: diámetros 25 mm y 32 mm.
- Serie muy gruesa: diámetros desde 40 mm.

De cada lote se tomará una muestra representativa formada por dos barras diferentes y sobre cada una de ellas se realizarán los siguientes ensayos de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 15630-1:

- Ensayo de tracción, con envejecimiento artificial de las probetas, para la determinación de R_m , $R_{p0,2}$, $R_m/R_{p0,2}$, $R_{p0,2real}/R_{p0,2nominal}$, A , Agt . El ensayo será satisfactorio cuando cumpla las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 34 de este Código.
- Ensayo de doblado-desdoblado o, alternativamente, el ensayo de doblado simple, con los mandriles especificados en el artículo 34 de este Código. El resultado se considerará satisfactorio si tras el ensayo no se detectan fisuras o grietas en el acero a simple vista.
- Determinación de la masa por metro (m/m). El ensayo será satisfactorio cuando cumpla las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 34 de este Código.
- Determinación de las características geométricas para las corrugas (altura, separación, inclinación, ángulo, índice de corrugas, perímetro sin corrugas y altura de aleta longitudinal) o para las grafilas (profundidad, anchura, separación, suma de espacio y ángulo de inclinación con el eje longitudinal), según sea de aplicación. El ensayo será satisfactorio cuando cumpla las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 34 de este Código o del certificado específico de homologación de adherencia, en función de las longitudes de anclaje y solape empleadas en el proyecto.

Se aceptará el lote en el caso de no detectarse ningún incumplimiento de las especificaciones en los ensayos o comprobaciones citadas en este punto. En caso contrario, si únicamente se detectaran no conformidades sobre un único ensayo, se tomará una serie adicional de cinco probetas correspondientes al mismo lote, sobre las se realizará una nueva serie de ensayos o comprobaciones en relación con las propiedades sobre la que se haya detectado la no conformidad. En el caso de aparecer algún nuevo incumplimiento, se procederá a rechazar el lote.

Adicionalmente, en el caso de suministros de acero superiores a 300 toneladas, se deberá determinar la composición química sobre uno de cada cuatro lotes, dejando constancia escrita de la agrupación de los lotes de cuatro en cuatro. Se llevarán a cabo un mínimo de cinco ensayos sobre el lote seleccionado, en coladas de acero diferentes. El resultado será conforme, para la agrupación de cuatro lotes, cuando se cumplan las especificaciones del artículo 34 de este Código y presente una variación respecto a los valores del certificado de inspección del fabricante del acero «tipo 3.1» según UNE-EN 10204 que sea conforme con los siguientes criterios:

- Para productos de acero conforme a la norma UNE-EN 10080:

$\%C_{ensayo} = \% C_{certificado} \pm 0,03$

$\%C_{eq\ ensayo} = \% C_{eq\ certificado} \pm 0,03$

$\%P_{ensayo} = \% P_{certificado} \pm 0,008$

$\%S_{ensayo} = \% S_{certificado} \pm 0,008$

$\%N_{ensayo} = \% N_{certificado} \pm 0,002$

$\%Cuensayo = \% Cucertificado \pm 0,07$

– Para productos de acero soldable inoxidable conforme al apartado 34.4 de este Código:

Desviación máxima establecida en la norma UNE-EN 10088.

En caso de detectarse un incumplimiento, se procederá a ensayar tres coladas diferentes de los restantes lotes que forman la agrupación (en total, 9 ensayos más).

En caso de aparecer algún nuevo incumplimiento, se procederá a rechazar los cuatro lotes agrupados. En el caso de aceros de característica SD, se verificará además el comportamiento frente a fatiga y cargas cíclicas como se indica a continuación: –

en el caso de estructuras sometidas a fatiga, el comportamiento de los productos de acero para hormigón armado frente a la fatiga podrá demostrarse mediante la presentación de un informe de ensayos, realizados conforme a la norma UNE-EN ISO 15630-1, que garantice el cumplimiento de las exigencias definidas en el artículo 34, con una antigüedad no superior a un año y realizado por un laboratorio de los recogidos en el apartado 17.2.2.1 de este Código.

– en el caso de estructuras situadas en zona sísmica, el comportamiento frente a cargas cíclicas con deformaciones alternativas podrá demostrarse, salvo indicación contraria de la dirección facultativa, mediante la presentación de un informe de ensayos, que garantice las exigencias al respecto del artículo 34, con una antigüedad no superior a un año y realizado por un laboratorio de los recogidos en el apartado 17.2.2.1 de este Código.

3.9.4. Control de calidad de las armaduras pasivas.

Este artículo tiene por objeto definir los procedimientos para comprobar la conformidad, antes de su montaje en la obra, de las armaduras normalizadas (mallas electrosoldadas y armaduras básicas electrosoldadas en celosía) y de la ferralla (elaborada y armada).

La conformidad de las armaduras con lo establecido en el proyecto incluirá su comportamiento en relación con las características mecánicas, las de adherencia, las relativas a su forma y dimensiones y cualquier otra característica que establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares o decida la dirección facultativa.

Las consideraciones de este artículo son de aplicación tanto en el caso en el que se hayan suministrado desde una instalación industrial ajena a la obra, como en el caso de que se hayan preparado en las propias instalaciones de la misma.

3.9.4.1. Control de las armaduras normalizadas (mallas electrosoldadas y armaduras básicas electrosoldadas en celosía).

En el caso de que la armadura deba disponer de marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Mientras no esté vigente el marcado CE para las armaduras normalizadas, deberán ser conformes con este Código (entre otros, las comprobaciones experimentales indicadas en este artículo), así como con la norma UNE-EN 10080. La comprobación de su conformidad, de acuerdo con lo indicado en el artículo 56 comprenderá:

- a) un control documental conforme al apartado 21.1,
- b) en su caso, un control mediante distintivos de calidad oficialmente reconocidos conformes con lo indicado en el artículo 18, y
- c) en su caso, un control experimental, mediante la realización de ensayos (dicho control experimental no será preceptivo en el caso de que la armadura normalizada presente un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18).

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en este Código, el plan de control podrá fijar los ensayos que considere pertinentes.

El control de las armaduras normalizadas será efectuado por el responsable de la recepción del mismo en la instalación industrial, de prefabricación, o en la propia obra.

Toma de muestras.

La dirección facultativa, por sí misma, a través de una entidad de control o un laboratorio de control, efectuará la toma de muestras sobre las armaduras normalizadas. Podrán estar presentes durante la misma, representantes del constructor y del suministrador de las armaduras.

La entidad o el laboratorio de control de calidad velarán por la representatividad de la muestra. Una vez extraídas las muestras, el constructor procederá, en su caso, al reemplazamiento de las armaduras que hubieran sido alteradas durante la toma.

La entidad o el laboratorio de control de calidad redactarán un acta para cada toma de muestras, que deberá ser suscrita por todas las partes presentes, quedándose con una copia de la misma. Su redacción obedecerá a un modelo de acta, aprobado por la dirección facultativa al comienzo de la obra y cuyo contenido mínimo se recoge en el Anejo 4.

Se podrán tomar muestras de control, preventivas y de contraste. Las muestras de contraste se tomarán en los casos en que el representante del suministrador de las armaduras o del constructor, en su caso, así lo requiera.

El tamaño de las muestras deberá ser suficiente para la realización de la totalidad de las comprobaciones y ensayos contemplados en este Código. Todas las muestras se enviarán para su ensayo al laboratorio de control tras ser correctamente precintadas e identificadas.

Realización de ensayos.

Cualquier ensayo sobre las armaduras, diferente de los contemplados en este apartado, se efectuará según lo establecido en el programa de control o en el correspondiente plan de control, o de acuerdo con las indicaciones de la dirección facultativa.

Para mallas electrosoldadas, los ensayos se realizarán conforme a la norma de ensayo UNE-EN ISO 15630-2 y conforme a la norma UNE-EN ISO 15630-1 cuando se ensayen sus elementos constituyentes.

Para armaduras básicas electrosoldadas en celosía, los ensayos se realizarán conforme al Anexo B de la norma UNE-EN 10080 y conforme a la norma UNE-EN ISO 15630-1 cuando se ensayen sus elementos constituyentes.

Para ambas armaduras normalizadas, los ensayos de las propiedades mecánicas se realizarán con envejecimiento artificial de las probetas, según se indica en la norma UNE-EN 10080.

Control previo al suministro.

Además de la documentación general a la que hace referencia el apartado 21.1 que sea aplicable a las armaduras normalizadas que se pretende suministrar a la obra, el suministrador deberá presentar a la dirección facultativa una copia firmada por persona física de la siguiente documentación:

- a) en su caso, documento que acredite que la armadura se encuentra en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- b) en su caso, documentos que acrediten que la armadura dispone del marcado CE,
- c) en el caso de que el proyecto haya dispuesto unas longitudes de anclaje y solape que exijan el empleo de acero con un certificado de adherencia, éste deberá incorporarse a la correspondiente documentación previa al suministro, dicho certificado deberá presentar una antigüedad inferior a 36 meses, desde la fecha de fabricación del acero. Para la renovación trienal del certificado de adherencia, el laboratorio oficial o acreditado conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 para la realización de estos ensayos debe realizar una comprobación de las características de adherencia mediante la realización del ensayo de la viga sobre 5 barras de un diámetro de entre los incluidos en el certificado de adherencia. La renovación trienal del certificado de adherencia se realizará por un laboratorio de los contemplados en el apartado 17.2.2.1 de este Código, o bien perteneciente a un centro directivo de las Administraciones Públicas o bien acreditado conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 para la realización de estos ensayos. El laboratorio efectuará una comprobación de las características de adherencia mediante la realización del ensayo de la viga sobre 5 barras de un diámetro de entre los incluidos en el certificado de adherencia,
- d) en el caso de estructuras sometidas a fatiga, el comportamiento frente a la fatiga de las mallas electrosoldadas con característica SD, podrá demostrarse mediante la presentación de un informe de ensayos que garantice el cumplimiento de las exigencias definidas en el artículo 34, con una antigüedad no superior a un año y realizado por un laboratorio de los referidos en el apartado 17.2.2.1 de este Código.

Control durante el suministro.

- Control documental durante el suministro.

El constructor, o la persona designada en obra que le represente técnicamente, deberá comprobar, bajo la supervisión de la dirección facultativa, que cada suministro de armadura normalizada que se recibe en la obra va acompañado de la correspondiente hoja de suministro, de acuerdo con lo indicado en el apartado 21.1.

De acuerdo con lo indicado en el artículo 21, en el caso de armaduras que se encuentren en posesión del marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto que está sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Asimismo, deberá comprobar que el suministro de las armaduras se corresponde con la identificación del acero declarada por el fabricante y facilitada por el suministrador, de acuerdo con lo indicado en el apartado 49.1.1. En caso de detectarse algún problema de trazabilidad, se procederá al rechazo de las armaduras afectadas.

La dirección facultativa aceptará la documentación del suministro de las armaduras, tras comprobar que es conforme con lo especificado en el proyecto.

- Control experimental durante el suministro.

En los productos que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18, se procederá a la división en lotes de la cantidad de armaduras normalizadas suministradas. El tamaño máximo del lote será de 30 toneladas, procedentes del mismo fabricante de armaduras, marca comercial, tipo de acero y serie de diámetros.

De cada lote se tomará una muestra representativa formada por dos mallas o paneles y sobre cada uno de ellos se realizarán los siguientes ensayos:

– Ensayo de tracción, con envejecimiento artificial de las probetas, para la determinación de R_m , $R_{p0,2}$, $R_m/R_{p0,2}$, $R_{p0,2real}/R_{p0,2nominal}$, A , Agt . El ensayo será satisfactorio cuando cumplan las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 35 de este Código.

– Ensayo de doblado-desdoblado o, alternativamente, el ensayo de doblado simple, con los mandriles especificados en la norma UNE 10080. El resultado se considerará satisfactorio si tras el ensayo no se detectan fisuras o grietas en el acero a simple vista.

– Determinación de la masa por metro (m/m). El ensayo será satisfactorio cuando se cumplan las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 35 de este Código. – Determinación de las características geométricas para las corrugas (altura, separación, inclinación, ángulo, índice de corrugas, perímetro sin corrugas y altura de aleta longitudinal) o para las grafilas (profundidad, anchura, separación, suma de espacio y ángulo de inclinación con el eje longitudinal), según sea de aplicación. El ensayo será satisfactorio cuando se cumplan las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 35 de este Código o del certificado específico de homologación de adherencia, en función de las longitudes de anclaje y solape empleadas en el proyecto.

– Determinación del cortante en cizalladura o despegue de nudo. El ensayo se considerará satisfactorio. cumplan las especificaciones que le sean de aplicación en el artículo 35 de este Código. – Determinación de las dimensiones de la mallas electrosoldadas (longitud, anchura y separación entre elementos) y de la armadura básica electrosoldada en celosía (longitud, altura, anchura y paso de celosía). El ensayo será satisfactorio cuando cumpla las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 35 de este Código.

– Para mallas electrosoldadas, determinación del número de elementos: se comprobará que el número de elementos longitudinales y transversales de cada panel o malla es el indicado en la documentación de suministro y aceptado por el cliente.

Se aceptará el lote en el caso de no detectarse ningún incumplimiento de las especificaciones en los ensayos o comprobaciones citadas en este punto. En caso contrario, si únicamente se detectaran no conformidades sobre un único ensayo, se tomará un serie adicional de cinco probetas correspondientes al mismo lote, sobre

las se realizará una nueva serie de ensayos o comprobaciones en relación con las propiedades sobre las que se hayan detectado las no conformidades. En el caso de aparecer algún nuevo incumplimiento, se procederá a rechazar el lote.

Certificado de suministro:

El constructor archivará un certificado firmado por persona física y preparado por el suministrador de las armaduras normalizadas, que trasladará a la dirección facultativa al final de la obra, en el que se exprese la conformidad con este Código de la totalidad de las armaduras suministradas, con expresión de las cantidades reales correspondientes a cada tipo, así como su trazabilidad hasta los fabricantes, de acuerdo con la información disponible en la documentación que establece la norma UNE-EN 10080.

En el caso de que un mismo suministrador efectuara varias remesas durante varios meses, se podrán presentar certificados mensuales con las cantidades realmente suministradas cada mes.

Cuando entre en vigor el marcado CE para los productos de acero, el suministrador de las mismas facilitará al constructor copia de la declaración de prestaciones y el marcado CE.

3.9.4.2. Control de la ferralla (elaborada y armada).

En el caso de ferralla según lo indicado en el apartado 35.3, la dirección facultativa o, en su caso, el constructor, deberá comunicar por escrito al elaborador de la ferralla el cronograma de obra, marcando pedidos de las armaduras y fechas límite para su recepción en obra, tras lo que el elaborador de las mismas deberá comunicar por escrito a la dirección facultativa su programa de fabricación, con identificación de los procesos que va a utilizar (enderezado y/o soldadura) y si el acero que va a utilizar o alguno de los procesos para la elaboración de la ferralla disponen de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, ello al objeto de posibilitar la elaboración del Programa de control, la realización de toma de muestras y las actividades de comprobación que, preferiblemente, deben efectuarse en la instalación de ferralla.

El control de recepción se aplicará también tanto a las armaduras que se reciban en la obra procedente de una instalación industrial ajena a la misma, así como a cualquier armadura elaborada directamente por el constructor en la propia obra.

Las comprobaciones y ensayos establecidos en este apartado no serán preceptivos en el caso de que la ferralla esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

Toma de muestras.

La dirección facultativa, por sí misma, a través de una entidad de control o un laboratorio de control, efectuará la toma de muestras sobre los acopios destinados a la obra. Podrán estar presentes durante la misma, representantes del constructor y del elaborador de la armadura. En el caso de ferralla armada, la toma de muestras se efectuará preferiblemente en la propia instalación donde se estén fabricando y solo, si la dirección facultativa lo autoriza se podrá efectuar la toma de muestras en la propia obra.

La entidad o el laboratorio de control de calidad velarán por la representatividad de la muestra no aceptando en ningún caso, que se tome sobre armaduras que no se correspondan al despiece del proyecto, ni sobre armaduras específicamente destinadas a la realización de ensayos salvo que sean fabricadas en su presencia

y bajo su directo control. Una vez extraídas las muestras, se procederá, en su caso, al reemplazamiento de las armaduras que hubieran sido alteradas durante la toma.

La entidad o el laboratorio de control de calidad redactarán un acta para cada toma de muestras, que deberá ser suscrita por todas las partes presentes, quedándose con una copia de la misma. Su redacción obedecerá a un modelo de acta, aprobado por la dirección facultativa al comienzo de la obra y cuyo contenido mínimo se recoge en el Anejo 4.

Se podrán tomar muestras de control, preventivas y de contraste. Las muestras de contraste se tomarán en los casos en que el representante del suministrador de la armadura o del constructor, en su caso, así lo requiera.

El tamaño de las muestras deberá ser suficiente para la realización de la totalidad de las comprobaciones y ensayos contemplados en este Código. Todas las muestras se enviarán para su ensayo al laboratorio de control tras ser correctamente precintadas e identificadas.

Realización de los ensayos.

Cualquier ensayo sobre la ferralla, diferente de los contemplados en este apartado, se efectuará según lo establecido en el programa de control o en el correspondiente pliego de prescripciones técnicas, o de acuerdo con las indicaciones de la dirección facultativa.

- Ensayos para la comprobación de la conformidad de las características mecánicas.

Las características mecánicas de la ferralla se determinarán de acuerdo con lo establecido en la norma UNE-EN ISO 15630-1. En el caso de que fuera necesario la determinación de las características mecánicas sobre ferralla fabricada con mallas electrosoldadas, se efectuará de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 15630-2.

El ensayo de tracción se realizará sobre probetas envejecidas artificialmente, según se indica en la norma UNE-EN 10080. Además, se tendrá en cuenta en el caso de la ferralla armada mediante soldadura no resistente, que el ensayo de tracción se realizará sobre probetas que contengan, al menos, una unión soldada, llevándose a cabo la tracción sobre el diámetro más fino de la probeta.

Los ensayos de doblado-desdoblado y de doblado simple se efectuarán según la norma UNE-EN ISO 15630 correspondiente, sobre los mandriles indicados en la norma UNE-EN 10080.

- Ensayos para la comprobación de la conformidad de las características de adherencia.

Las características de la geometría superficial de las armaduras relacionadas con su adherencia se comprobarán mediante la aplicación de los métodos contemplados al efecto en la norma UNE-EN ISO 15630-1.

- Ensayos para la comprobación de la conformidad de las dimensiones.

La conformidad de las dimensiones de la ferralla se comprobará mediante el correspondiente equipo de medida, que deberá cumplir los siguientes requisitos:

– la determinación de sus dimensiones longitudinales, con una resolución de medida no inferior a 1 mm. – la determinación de sus diámetros reales de doblado mediante la aplicación de las correspondientes plantillas de doblado.

– la determinación de sus alineaciones geométricas, con una resolución de las mismas no inferior a 1.º.

Control previo al suministro.

Las comprobaciones previas al suministro de la ferralla tienen por objeto verificar la conformidad de los procesos y de las instalaciones que se pretenden emplear.

- Comprobación documental previa al suministro.

Además de la documentación general a la que hace referencia el apartado 21.1 que sea aplicable a la ferralla que se pretende suministrar a la obra, el suministrador o, en su caso, el constructor, deberá presentar a la dirección facultativa una copia firmada por persona física designada por el suministrador de la siguiente documentación:

a) en su caso, documento que acredite que la ferralla que se suministrará se encuentra en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido;

b) en su caso, documento que acredite que el acero que se utilizará para la fabricación de la armadura se encuentra en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido;

c) en el caso de que se trate de ferralla armada mediante soldadura no resistente, certificados de cualificación del personal que realizará dicha soldadura, que avale su formación específica para dicho procedimiento;

d) en el caso de que se pretenda emplear procesos de soldadura resistente, certificados de homologación de soldadores, según UNE-EN ISO 9606-1 y del proceso de soldadura, según UNE-EN ISO 15614-1;

e) en el caso de que el proyecto haya dispuesto unas longitudes de anclaje y solape que exijan el empleo de acero con un certificado de adherencia, éste deberá incorporarse a la correspondiente documentación previa al suministro. Dicho certificado deberá presentar una antigüedad inferior a 36 meses, desde la fecha de fabricación del acero. La renovación trienal del certificado de adherencia se realizará por un laboratorio de los contemplados en el apartado 17.2.2.1 de este Código, o bien perteneciente a un centro directivo de las Administraciones Públicas o bien acreditado conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 para la realización de estos ensayos. El laboratorio efectuará una comprobación de las características de adherencia mediante la realización del ensayo de la viga sobre 5 barras de un diámetro de entre los incluidos en el certificado de adherencia;

f) en el caso de que la ferralla esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, en función de su alcance, la comprobación documental comprenderá:

– Ferralla elaborada en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido: no será preceptiva la documentación a la que se refiere el apartado b).

– Ferralla armada mediante soldadura no resistente en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido: no será preceptiva la documentación a la que se refieren los apartados b) y c). – Ferralla armada mediante soldadura resistente en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido: no será preceptiva la documentación referida en los apartados b) y d).

Además, previamente al inicio del suministro de la ferralla según proyecto, la dirección facultativa podrá revisar las planillas de despiece que se hayan preparado específicamente para la obra. Esta revisión será obligatoria en los casos indicados en el apartado 49.3.1. Cuando se produzca un cambio de suministrador de la ferralla, será preceptivo presentar nuevamente la documentación correspondiente.

- Comprobación de las instalaciones de ferralla.

La dirección facultativa valorará la conveniencia de efectuar, directamente o a través de una entidad de control de calidad, y preferiblemente antes del inicio del suministro, una visita de inspección a la instalación de ferralla donde se elabora la ferralla, al objeto de comprobar su idoneidad para fabricar las armaduras que se requieren para la obra. En particular, se atenderá al cumplimiento de las exigencias establecidas en el apartado 49.2.

Estas inspecciones serán preceptivas en el caso de instalaciones que pertenezcan a la obra, en las que se comprobará que se ha delimitado un espacio mínimo para las labores del proceso de ferralla con espacio predeterminado para el acopio de materia prima, espacio fijo para la maquinaria y procesos de elaboración y armado, así como recintos específicos para acopiar la ferralla elaborada y, en su caso, la ferralla armada.

La dirección facultativa podrá recabar del suministrador de la ferralla o del constructor, la información que demuestre la existencia de un control de producción, conforme con lo indicado en el apartado 49.2.4 y correctamente documentado, mediante el registro de sus comprobaciones y resultados de ensayo en los correspondientes documentos de autocontrol, que incluirán al menos todas las características especificadas por este Código.

Control durante el suministro.

- Control documental durante el suministro o su fabricación en obra.

El constructor, o la persona designada en obra que le represente técnicamente, deberá comprobar, bajo la supervisión de la dirección facultativa, que cada remesa de ferralla que se suministre a la obra va acompañada de la correspondiente hoja de suministro, de acuerdo con lo indicado en el apartado 21.1.

Asimismo, deberá comprobar que el suministro de la ferralla se corresponde con la identificación del acero declarada por el fabricante y facilitada por el suministrador de la ferralla, de acuerdo con lo indicado en el artículo 58. En caso de detectarse algún problema de trazabilidad, se procederá al rechazo de la ferralla afectada.

Para ferralla elaborada en las instalaciones de la obra, se comprobará que el constructor mantiene un registro de fabricación en el que se recoge, para cada partida de elementos fabricados, la misma información que en las hojas de suministro a las que hace referencia este apartado.

La dirección facultativa aceptará la documentación de la remesa de ferralla, tras comprobar que es conforme con lo especificado en el proyecto.

- Comprobaciones experimentales: criterios generales.

El control experimental de la ferralla comprenderá la comprobación de sus características mecánicas, la de sus características de adherencia y la de sus dimensiones, así como la de otras características adicionales cuando se utilicen procesos de soldadura resistente.

Las comprobaciones experimentales a las que hace referencia este apartado no serán preceptivas en el caso de que la ferralla esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

En la ferralla que no posea un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18, para la realización de los ensayos, control experimental, se define como lote aquel que cumple las siguientes condiciones:

- el tamaño del lote no será superior a 25 toneladas,
 - en el caso de ferralla fabricada en una instalación industrial fija ajena a la obra, deberá haber sido suministrada en remesas consecutivas desde la misma instalación,
 - en el caso de ferralla fabricada en instalaciones de la obra, la producida en períodos de un mes, – corresponder a la misma designación de armadura pasiva, según artículo 35 de este Código. 59.2.4.3
- Comprobaciones experimentales: características mecánicas y de adherencia. Las características mecánicas y de adherencia de la ferralla elaborada y armada serán objeto de comprobación de su conformidad por parte de la dirección facultativa. En el caso de que los productos a suministrar estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, la dirección facultativa podrá eximir las comprobaciones experimentales que se indican en este apartado. Los tipos de ensayos a realizar en función de los procesos utilizados para la fabricación de la ferralla se indican en la tabla 59.2.4.3.

Comprobación de las características mecánicas y de adherencia mediante ensayos		
Procesos	Sin enderezado	Con enderezado
Sin soldadura (ferralla elaborada y ferralla armada mediante atado con alambre).	La dirección facultativa podrá eximir los ensayos.	Tracción Geometría superficial.
Con soldadura (ferralla armada mediante soldadura no resistente).	Tracción Doblado simple o doblado-desdoblado.	Tracción Doblado simple o doblado-desdoblado Geometría superficial.

Tabla 30: Comprobación de las características mecánicas y de adherencia mediante ensayos.
Fuente: Tabla 59.2.4.3 del Código Estructural.

En cada lote se tomará una muestra representativa formada por un número de probetas suficiente para la realización de los ensayos que correspondan de acuerdo con la tabla 59.2.4.3. Se recomienda obtener un número de probetas de reserva suficiente para posibles contraensayos.

En el caso de que en un mismo lote existan armaduras fabricadas con barras de acero corrugado con y sin procesos de enderezado, las probetas para la realización de los ensayos de tracción y geometría superficial procederán de las barras enderezadas. Si además se han utilizado procesos de soldadura, las probetas contendrán un punto de soldadura.

De acuerdo con los procesos utilizados en la elaboración de la ferralla indicados en la tabla 59.2.4.3, en cada lote se realizarán los siguientes ensayos según corresponda:

– Cuatro ensayos de tracción sobre probetas preferentemente de diámetros de las series fina y media, para la determinación de R_m , $R_{p0.2}$, $R_m/R_{p0.2}$, $R_{p0.2real}/R_{p0.2nominal}$ (solo en el caso de armaduras pasivas SD), A, Ag . En el caso de que el acero corrugado con el que se han elaborado las armaduras esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, la dirección facultativa podrá reducir el número de ensayos a la mitad. El ensayo se considerará conforme si se cumplen las especificaciones establecidas para el acero en el artículo 35 de este Código.

– Cuatro ensayos de doblado simple o doblado-desdoblado sobre probetas de los diámetros mayores utilizados en la ferralla armada con soldadura no resistente. En el caso de que el acero corrugado con el que se han elaborado las armaduras esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, la dirección facultativa podrá reducir el número de ensayos a la mitad. El resultado se considerará conforme si tras el ensayo no se aprecian fisuras o grietas a simple vista.

– Dos ensayos de geometría superficial por diámetro de las series fina y media determinando altura, separación, inclinación, ángulo, índice de corrugas, perímetro sin corrugas y altura de aleta longitudinal.

En el caso de que se trate de un acero con certificado de las características de adherencia según el Anejo C de la norma UNE-EN 10080, será suficiente determinar su altura de corruga. El ensayo se considerará conforme si se cumplen las especificaciones definidas en el artículo 35 de este Código para el caso de acero suministrado en barra o en el certificado de las características de adherencia, en su caso. En el caso de no cumplirse alguna especificación sobre las probetas de reserva para contraensayos, si se dispone de ellas o, en caso contrario y si es posible, sobre probetas extraídas del mismo lote afectado, se realizarán el doble de ensayos en relación con la propiedad sobre la que se haya detectado la no conformidad. Si volviera a producirse algún nuevo incumplimiento, se procederá a rechazar el lote.

Además, la dirección facultativa rechazará el empleo de 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 uno por ciento. Asimismo, se deberá comprobar también que, una vez eliminado el óxido, la altura de corruga cumple los límites establecidos para la adherencia con el hormigón, según el artículo 35 de este Código o el certificado de las características de adherencia, en su caso.

- Comprobaciones experimentales: dimensiones.

De cada lote se verificarán como mínimo quince unidades de ferralla, preferiblemente pertenecientes a diferentes formas y tipologías, a criterio de la dirección facultativa. Las comprobaciones a realizar en cada unidad serán, como mínimo, las siguientes:

- a) la correspondencia de los diámetros de las armaduras y del tipo de acero con lo indicado en el proyecto y en las hojas de suministro,
- b) la alineación de sus elementos rectos, sus dimensiones y, en su caso, sus diámetros de doblado, comprobándose que no se aprecian desviaciones observables a simple vista en sus tramos rectos y que los diámetros de doblado y las desviaciones geométricas respecto a las formas del despiece del proyecto son conformes con las tolerancias establecidas en el mismo o, en su caso, en el Anejo 14 de este Código.

Además, en el caso de ferralla armada, se deberá comprobar:

- a) la correspondencia del número de elementos de armadura (barras, estribos, etc.) indicado en el proyecto, las planillas y las hojas de suministro, y
- b) la conformidad de las distancias entre barras según artículo 35 de este Código.

En el caso de que se produjera un incumplimiento, se desechará la ferralla sobre la que se ha obtenido el mismo y se procederá a una revisión de todo el lote. De resultar satisfactorias las comprobaciones, se aceptará el lote, previa sustitución de la armadura defectuosa. En caso contrario, se rechazará todo el lote.

- Comprobaciones experimentales: procesos de elaboración con soldadura resistente.

En el caso de que se emplee soldadura resistente para la elaboración de una armadura en una instalación industrial ajena a la obra, la dirección facultativa deberá recabar las evidencias documentales de que el proceso de soldadura se realiza en una instalación de ferralla que está en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

En el caso de armaduras elaboradas directamente en la obra, la dirección facultativa permitirá la realización de soldadura resistente solo en el caso de control de ejecución intenso.

Además, la dirección facultativa deberá disponer la realización de una serie de comprobaciones experimentales de la conformidad del proceso, en función del tipo de soldadura, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN ISO 17660-1.

Certificado del suministro.

El constructor archivará un certificado firmado por persona física y preparado por el suministrador de la ferralla, que trasladará a la dirección facultativa al final de la obra, en el que se exprese la conformidad con este Código de la totalidad de la ferralla suministrada, con expresión de las cantidades reales correspondientes a cada tipo, así como su trazabilidad hasta los fabricantes, de acuerdo con la información disponible en la documentación que establece la norma UNE-EN 10080.

En el caso de que un mismo suministrador efectuara varias remesas durante varios meses, se deberá presentar certificados mensuales el mismo mes, se podrá aceptar un único certificado que incluya la totalidad de las partidas suministradas durante el mes de referencia.

En el caso de instalaciones en obra, el constructor elaborará y entregará a la dirección facultativa un certificado equivalente al indicado para las instalaciones ajenas a la obra.

3.10. Bandas para la estanqueidad de juntas de dilatación

3.10.1. Control de calidad

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 53020.
- Temperatura de servicio: -35 a +55°C.
- Dureza Shore A: 70-75 conforme la norma UNE 53130.
- Resistencia a tracción: > 130 kg/cm².
- Alargamiento a rotura: > 250%, conforme la norma UNE 53510.
- Ancho: 15 cm.

3.10.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa de las bandas que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego.

3.11. Juntas de perfil hidroexpansivo

Las juntas de perfil hidroexpansivo se colocarán en los encuentros de hormigón entre paramentos horizontales y verticales.

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.

3.11.1. Calidad de los materiales:

3.11.1.1. Perfil hidroexpansivo:

Diseño:

- Fabricados con una combinación de resinas hidroexpansivas y caucho.
- Fácil aplicación.
- Expande en contacto con el agua.
- Gran capacidad de hinchamiento.
- Resistente al agua.
- No requiere tiempo de endurecimiento.
- No requiere soldaduras.
- Adaptable a múltiples formas.

Especificaciones técnicas:

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

3.11.1.2. Adhesivo:

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

3.11.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa del perfil hidroexpansivo y del adhesivo que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego.

3.12. 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.

3.12.1. Calidad de los materiales

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 20°C: 10-30 poises.
- Densidad a 20°C: 0,9 – 1,1 g/cm³.

- Contenido en agua: 50%.
- Color: pardo oscuro.
- Toxicidad: nula.
- Inflamabilidad: nula.
- Tiempo de secado a 20-25 °C y 50% de humedad relativa: 24 horas.
- Temperatura de aplicación: $\geq 5^{\circ}\text{C}$.

3.12.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa del impermeabilizante que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego.

3.13. Lámina geodrenante

La lámina geodrenante que se colocarán en la Estación de Bombeo estará formada por una lámina de Polietileno de Alta Densidad y un geotextil de polipropileno.

3.13.1. Calidad de los materiales

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/m².
- 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

3.13.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa de las bandas que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego.

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

3.14. Terraplén de la balsa

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 50 cm y 1 m.
- Núcleo: es la parte del relleno del terraplén comprendida entre el cimientado y la coronación.
- Cimientado: es la parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo, y el espesor mínimo será de 1 m.

Para la coronación del terraplén sólo podrán emplearse suelos clasificados como “seleccionados” o “adecuados”, conforme lo especificado a continuación.

Para el núcleo y cimientado del terraplén sólo podrán emplearse suelos clasificados como “seleccionados”, “adecuados” o “tolerables”, conforme lo especificado a continuación.

3.14.1. Calidad de los materiales:

Suelos tolerables:

Se consideran como suelos tolerables los que cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido de materia orgánica inferior al 2% ($MO < 2\%$), según la norma UNE 103204:2019.
- Contenido en yeso inferior al 5% ($yeso < 5\%$), según la norma NLT 115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento ($SS < 1\%$), según NLT 114.
- Límite líquido inferior a sesenta y cinco ($LL < 65$), según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
- Si el límite líquido es superior a cuarenta ($LL > 40$) el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido ($IP > 0,73 (LL - 20)$).
- Asiento en ensayo de colapso inferior al uno por ciento (1%), según NLT 254, para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500:1994 y presión de ensayo de dos décimas de megapascal (0,2 MPa).

- Hinchamiento libre según UNE 103601:1996 inferior al tres por ciento (3%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500:1994.

Suelos adecuados:

Se consideran como suelos adecuados los que cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al uno por ciento ($MO < 1\%$), según UNE 103204:2019.
- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{max} \leq 100 \text{ mm}$).
- Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al treinta y cinco por ciento ($\# 0,080 < 35\%$).
- Límite líquido inferior a cuarenta ($LL < 40$), según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
- Si el límite líquido es superior a treinta ($LL > 30$) el índice de plasticidad será superior a cuatro ($IP > 4$), según UNE-EN ISO 17892-12:2019.

Suelos seleccionados:

Se consideran como suelos seleccionados los que cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ($MO < 0,2\%$), según UNE 103204:2019.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{max} \# 100 \text{ mm}$).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ($\# 0,40 \# 15\%$) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
 - o Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
 - o Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ($\# 0,40 < 75\%$).
 - o Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ($\# 0,080 < 25\%$).
 - o Límite líquido menor de treinta ($LL < 30$), según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
 - o Índice de plasticidad menor de diez ($IP < 10$), según UNE-EN ISO 17892-12:2019.

3.14.2. Control de calidad

Como mínimo se realizará un ensayo completo del material empleado para el terraplén que nos permita su clasificación, cada 7500 m², garantizando el que el tipo de material empleado se corresponde con la clasificación de suelo solicitada.

3.15. Zahorra artificial de 1” (ZA 0/20)

3.15.1. Calidad de los materiales

La zahorra artificial cumplirá lo especificado en la siguiente tabla.

Características	Especificaciones	Norma
Granulometría	ZA (0/20) Tamices UNE: 32:100%, 20:75-100%, 12,5:60-86%, 8:45-73%, 4: 31-54%, 2: 20-40%, 0’5: 9-24%, 0’25:5-18%, 0’063:0-9%. Cernido tamiz 0,063 < 2/3 cernido tamiz 0,250	UNE-EN 933-2:2022
Equivalente de arena	> 30	UNE-EN 933-8: 2012+A1:2015/1AM: 2016
Plasticidad	No plástico	UNE-EN ISO 17892- 12:2019
Compuestos de azufre	< 1%	UNE-EN 1744- 1:2010+A1:2013

Si no cumple el equivalente de arena y está entre 25 y 30, se realizará el ensayo de azul de metileno según norma UNE-EN 933-9:2010+A1:2013 para la fracción 0/0,125 y el valor obtenido deberá ser menor de 10 diez gramos por kilogramo (MBf < 10 g/kg).

3.15.2. Control de calidad

La zahorra artificial deberá disponer del correspondiente marcado CE conforme la norma UNE-EN 13242:2002+A1:2008 sistema 2+4, consistente en un certificado del control de producción en fábrica por un organismo de certificación del control de producción en fábrica notificado o una declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados.

Como mínimo se realizará un ensayo completo de la zahorra artificial al inicio del suministro y cuando cambie la procedencia, entendiéndose por ensayo completo lo indicado a continuación:

- Granulometría.
- Equivalente de arena.
- Plasticidad.
- Compuestos de azufre.

3.16. Aglomerado en caliente

El aglomerado en caliente tendrá un espesor total de 8 cm, repartido en dos capas, una capa base de 4 cm de espesor y una capa de rodadura de 4 cm de espesor.

3.16.1. Calidad de los materiales

3.16.1.1. Riego de imprimación:

La emulsión a emplear como riego de imprimación será de tipo C50BF4IMP (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 0,8 kg/m².

DENOMINACIÓN UNE-EN 13808			C60B3 ADH	C60B3 TER	C60B3 CUR	C60BF4 IMP	C50BF4 IMP	C60B4 MIC	C60B5 REC
CARACTERÍSTICAS	UNE-EN	UNIDAD	Ensayos sobre emulsión original						
INDICE DE ROTURA	13075-1		70-155 ⁽¹⁾ Clase 3	70-155 ⁽³⁾ Clase 3	70-155 ⁽⁴⁾ Clase 3	110-195 Clase 4	110-195 Clase 4	110-195 ⁽⁶⁾ Clase 4	> 170 Clase 5
CONTENIDO DE LIGANTE (por contenido de agua)	1428	%	58-62 Clase 6	58-62 Clase 6	58-62 Clase 6	58-62 Clase 6	48-52 Clase 4	58-62 Clase 6	58-62 Clase 6
CONTENIDO EN FLUIDIFICANTE POR DESTILACIÓN	1431	%	≤ 2,0 Clase 2	≤ 2,0 Clase 2	≤ 2,0 Clase 2	≤ 10,0 Clase 6	5-15 Clase 7	≤ 2,0 Clase 2	≤ 2,0 Clase 2
TIEMPO DE FLUENCIA (2mm, 40°C)	12846-1	s	40-130 ⁽²⁾ Clase 4	40-130 ⁽²⁾ Clase 4	40-130 ⁽²⁾ Clase 4	15-70 ⁽⁵⁾ Clase 3	15-70 ⁽⁵⁾ Clase 3	15-70 ⁽⁷⁾ Clase 3	15-70 ⁽⁸⁾ Clase 3
RESIDUO DE TAMIZADO (por tamiz 0,5mm)	1429	%	≤ 0,1 Clase 2	≤ 0,1 Clase 2	≤ 0,1 Clase 2	≤ 0,1 Clase 2	≤ 0,1 Clase 2	≤ 0,1 Clase 2	≤ 0,1 Clase 2
TENDENCIA A LA SEDIMENTACIÓN (7 d)	12847	%	≤ 10 Clase 3	≤ 10 Clase 3	≤ 10 Clase 3	≤ 10 Clase 3	≤ 10 Clase 3	≤ 10 Clase 3	≤ 10 Clase 3
ADHESIVIDAD	13614	%	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3

⁽¹⁾ Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura < 110 (Clase 2). En este caso, la emulsión se denominará C60B2 ADH

⁽²⁾ Cuando la dotación sea más baja, se podrá emplear un tiempo de fluencia de 15-70 s (Clase 3)

⁽³⁾ Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura < 110 (Clase 2). En este caso, la emulsión se denominará C60B2 TER

⁽⁴⁾ Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura < 110 (Clase 2). En este caso, la emulsión se denominará C60B2 CUR

⁽⁵⁾ Se admite un tiempo de fluencia ≤ 20 s (Clase 2) para emulsiones de alto poder de penetración, en base a su menor viscosidad, permiten una imprimación más eficaz de la base granular.

⁽⁶⁾ Con temperaturas altas y/o áridos muy reactivos, se recomienda un índice de rotura > 170 (Clase 5) por su mayor estabilidad. En este caso, la emulsión se denominará C60B5 MIC

⁽⁷⁾ Se podrá emplear un tiempo de fluencia de 40-130 s (Clase 4) especialmente cuando los áridos presenten una humedad elevada

⁽⁸⁾ Se podrá emplear un tiempo de fluencia de 40-130 s (Clase 4) especialmente cuando los materiales a reciclar presenten una humedad elevada

Tabla 31: Especificaciones de las emulsiones bituminosas catiónicas.

Fuente: Tabla 214.3.a del PG3 publicado el 3 de enero de 2015.

DENOMINACIÓN UNE-EN 13808			C60B3 ADH	C60B3 TER	C60B3 CUR	C60BF4 IMP	C50BF4 IMP	C60B4 MIC	C60B5 REC
CARACTERÍSTICAS	UNE-EN	UNIDAD	Ensayos sobre el ligante residual						
Residuo por evaporación (UNE-EN 13074-1)									
PENETRACIÓN 25°C	1426	0,1mm	≤ 330 ⁽⁹⁾ Clase 7	≤ 50 ⁽¹⁰⁾ Clase 2	≤ 330 ⁽⁹⁾ Clase 7	≤ 330 Clase 7	≤ 330 Clase 7	≤ 100 Clase 3	≤ 330 Clase 7
PENETRACIÓN 15°C	1426	0,1mm				> 300 ⁽¹¹⁾ Clase 10	> 300 ⁽¹¹⁾ Clase 10		
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO	1427	°C	≥ 35 ⁽⁹⁾ Clase 8	≥ 50 Clase 4	≥ 35 ⁽⁹⁾ Clase 8	≥ 35 ⁽¹¹⁾ Clase 8	≥ 35 ⁽¹¹⁾ Clase 8	≥ 43 Clase 6	≥ 35 Clase 8
Residuo por evaporación (UNE-EN 13074-1), seguido de estabilización (UNE-EN 13074-2)									
PENETRACIÓN 25°C	1426	0,1mm	≤ 220 ⁽⁹⁾ Clase 5	≤ 50 Clase 2	≤ 220 ⁽⁹⁾ Clase 5	≤ 220 Clase 5	≤ 270 Clase 6	≤ 100 Clase 3	≤ 270 Clase 6
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO	1427	°C	≥ 35 ⁽⁹⁾ Clase 8	≥ 50 Clase 4	≥ 35 ⁽⁹⁾ Clase 8	≥ 35 Clase 8	≥ 35 Clase 8	≥ 43 Clase 6	≥ 35 Clase 8

DV: Valor declarado por el fabricante

⁽⁹⁾ Para emulsiones fabricadas con betunes más duros, se admite una penetración ≤ 150 décimas de milímetro (Clase 4) y un punto de reblandecimiento ≥ 43 °C (Clase 6)

⁽¹⁰⁾ Con temperatura ambiente alta es aconsejable emplear residuos de penetración < 30 décimas de milímetro

⁽¹¹⁾ En el caso de emulsiones fabricadas con fluidificantes más pesados, se admite una penetración a 15°C de entre 90 a 170 décimas de milímetro (Clase 8) y un punto de reblandecimiento < 35 °C (Clase 9)

Tabla 32: Especificaciones del betún asfáltico residual.

Fuente: Tabla 214.3.b. del PG3 publicado el 3 de enero de 2015.

3.16.1.2. Riego de adherencia:

La emulsión a emplear como riego de adherencia será de tipo C60B2 y cumplirá con las especificaciones técnicas indicadas en el apartado del riego de adherencia, así como con lo especificado para este tipo de emulsión en el PG3. La dotación a aplicar será de 0,6 kg/m².

3.16.1.3. Mezcla bituminosa en caliente

Para la capa base se utilizará una mezcla de tipo semidensa tipo AC 16 BASE 50/70 S con el indicado en el plano correspondiente y para la capa de rodadura una mezcla de tipo semidensa densa AC 16 SURF 50/70 S con el espesor indicado en el plano correspondiente.

Ligante:

El ligante hidrocarbonado a emplear será del tipo 50/70 y cumplirá las especificaciones indicadas en la siguiente tabla.

CARACTERÍSTICA	UNE-EN	UNIDAD	35/50	50/70	70/100	160/220	
PENETRACIÓN A 25°C	1426	0,1 mm	35-50	50-70	70-100	160-220	
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO	1427	°C	50-58	46-54	43-51	35-43	
RESISTENCIA AL ENVEJECIMIENTO UNE-EN 12607-1	CAMBIO DE MASA	12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 1,0
	PENETRACIÓN RETENIDA	1426	%	≥ 53	≥ 53	≥ 46	≥ 37
	INCREMENTO PUNTO REBLANDECIMIENTO	1427	°C	≤ 11	≤ 10	≤ 11	≤ 12
ÍNDICE DE PENETRACIÓN	12591 13924 Anexo A		De -1,5 a +0,7				
PUNTO DE FRAGILIDAD FRAASS	12593	°C	≤ -5	≤ -8	≤ -10	≤ -15	
PUNTO DE INFLAMACIÓN EN VASO ABIERTO	ISO 2592	°C	≥ 240	≥ 230	≥ 230	≥ 220	
SOLUBILIDAD	12592	%	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	

Tabla 33: Requisitos de los betunes asfálticos convencionales.
Fuente: Tabla 211.2.a del PG3 publicado el 3 de enero de 2015.

Áridos:

Se define como árido grueso la parte del árido total retenida en el tamiz 2 mm (norma UNE-EN 933-2).

Los áridos a emplear en las mezclas bituminosas podrán ser de origen natural, artificial o reciclado siempre que cumplan las especificaciones recogidas en el presente pliego.

* Árido grueso:

El árido grueso para capas de rodadura será por lo general de una única procedencia y naturaleza.

- Proporción de partículas total y parcialmetne trituradas conforme la norma UNE-EN 933-5:1999/A1:2005:

Capa base: no es de aplicación.

Capa de rodadura: >= 70 % en masa.

- Proporción de partículas totalmente redondeadas conforme la norma 933-5:1999/A1:2005:

Capa base: no es de aplicación.

Capa de rodadura: <= 10 % en masa.

- Forma (Índice de Lajas), conforme la norma UNE-EN 933-3:2012: <= 30.

- Resistencia a la fragmentación (coeficiente de Los Ángeles), conforme la norma UNE-EN 1097-2:2021:

Capa base: no es de aplicación.

Capa de rodadura: <= 25.

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

- Resistencia al pulimento para capas de rodadura (coeficiente de pulimento acelerado) conforme la norma UNE-EN 1097-8.:2021: ≥ 44 .

- Limpieza (contenido de impurezas), conforme la norma UNE-EN 933-1:2012:

El árido grueso deberá estar exento de todo tipo de materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa. El contenido de finos (norma UNE-EN 933-1) determinado como el porcentaje que pasa por el tamiz 0,063 mm, será inferior al cinco por mil ($< 5\%$) en masa.

* Árido fino:

Se define como árido fino la parte del árido total cernida por el tamiz 2 mm y retenida por el tamiz 0,063 mm (norma UNE-EN 933- 2).

En general, el árido fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o grava natural.

- Limpieza:

El árido fino deberá estar exento de todo tipo de materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

- Reesistencia a la fragmentación:

El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso en el presente pliego sobre el coeficiente de Los Ángeles (LA). Se podrá emplear árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en cualquier caso procederá de árido grueso con coeficiente de Los Ángeles inferior a veinticinco ($LA < 25$) para capas de rodadura e intermedias y a treinta ($LA < 30$) para capas de base.

* Polvo mineral:

Se define como polvo mineral el árido cuya mayor parte pasa por el tamiz 0,063 mm (norma UNE-EN 933-2).

El polvo mineral podrá ser un producto comercial o especialmente preparado, en cuyo caso se denomina de aportación. También podrá proceder de los propios áridos, en cuyo caso deberá separarse de ellos el existente en exceso, por medio de los preceptivos sistemas de extracción de la central de fabricación.

No existen requisitos en cuanto a la proporción de polvo mineral de aportación.

Huso granulométrico:

La mezcla bituminosa cumplirá el huso granulométrico indicado en la siguiente tabla para el tipo de mezcla AC 16 S.

TIPO DE MEZCLA (*)		ABERTURA DE LOS TAMICES. NORMA UNE-EN 933-2 (mm)									
		45	32	22	16	8	4	2	0,500	0,250	0,063
DENSA	AC16 D			100	90-100	64-79	44-59	31-46	16-27	11-20	4-8
	AC22 D		100	90-100	73-88	55-70		31-46	16-27	11-20	4-8
SEMIDENSA	AC16 S			100	90-100	60-75	35-50	24-38	11-21	7-15	3-7
	AC22 S		100	90-100	70-88	50-66		24-38	11-21	7-15	3-7
	AC32 S	100	90-100		68-82	48-63		24-38	11-21	7-15	3-7
GRUESA	AC22 G		100	90-100	65-86	40-60		18-32	7-18	4-12	2-5
	AC32 G	100	90-100		58-76	35-54		18-32	7-18	4-12	2-5

(*) A efectos de esta tabla, para designar el tipo de mezcla, se incluye sólo la parte de la nomenclatura que se refiere expresamente al huso granulométrico (se omite por tanto la indicación de la capa del firme y del tipo de betún).

- Para la formulación de mezclas bituminosas en caliente de alto módulo (MAM) se empleará el huso AC22S con las siguientes modificaciones, respecto a dicho huso granulométrico: tamiz 0,250 mm: 8-15%; y tamiz 0,063 mm: 5-8%.

Tabla 34: Huso granulométrico de mezclas bituminosas.
Fuente: Tabla 542.8 el PG3 publicado el 3 de enero de 2015.

Dotación mínima de ligante hidrocarbonado:

La mezcla bituminosa cumplirá la dotación mínima indicada en la siguiente tabla para el tipo de mezcla.

(% en masa sobre el total de la mezcla bituminosa, incluido el polvo mineral)

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	DOTACIÓN MÍNIMA (%)
RODADURA	densa y semidensa	4,50
INTERMEDIA	densa y semidensa	4,00
	alto módulo	4,50
BASE	semidensa y gruesa	4,00
	alto módulo	4,75

(*) Incluidas las tolerancias especificadas en el epígrafe 542.9.3.1. Si son necesarias, se tendrán en cuenta las correcciones por peso específico y absorción de los áridos.

Tabla 35: Dotación mínima de ligante hidrocarbonado.
Fuente: Tabla 542.10 el PG3 publicado el 3 de enero de 2015.

En el caso de que la densidad de los áridos (norma UNE-EN 1097-6), sea diferente de dos gramos y sesenta y cinco centésimas de gramo por centímetro cúbico (2,65 g/cm³), los contenidos mínimos de ligante de la tabla anterior se deberán corregir multiplicando por el factor $\alpha = 2,65 / \rho_d$, donde ρ_d es la densidad de las partículas de árido.

Contenido en huecos:

El contenido de huecos, determinado según el método de ensayo de la norma UNE-EN 12697-8, indicado en el Anexo B de la norma UNE-EN 13108-20, deberá cumplir lo establecido a continuación:

- Capa base: no es de aplicación.
- Capa de rodadura: 3-6 % de huecos en mezcla.

Sensibilidad al agua:

La adhesibilidad árido-ligante se comprobará mediante la caracterización de la acción del agua.

Para ello, la resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión, realizado a quince grados Celsius (15 °C) (norma UNE-EN 12697-12), tendrá un valor mínimo del ochenta por ciento (ITSR \geq 80%) para capas de base e intermedia, y del ochenta y cinco por ciento (ITSR \geq 85%) para capas de rodadura.

3.16.2. Control de calidad

Riegos:

El riego de imprimación y el riego de adherencia deberá disponer del correspondiente marcado CE conforme la norma UNE-EN 13808:2013 sistema 2+ consistente en un certificado del control de producción en fábrica por un organismo de certificación del control de producción en fábrica notificado.

Al menos una vez, se tomarán 2 muestras del riego de imprimación y 2 muestras del riego de adherencia, sobre una de las muestras de cada tipo se realizarán los ensayos indicados a continuación y la otra se conservará durante al menos 15 días para realizar ensayos de contraste si fueran necesarios.

- Carga de las partículas (norma UNE-EN 1430).
- Índice de rotura (norma UNE-EN 13075-1).
- Contenido de ligante (norma UNE-EN 1428).
- Residuo de tamizado (norma UNE-EN 1429).
- Tiempo de fluencia (norma UNE-EN 12846-1).

Mezcla bituminosa en caliente:

- Documentación:

El árido de la mezcla bituminosa en caliente deberá disponer del correspondiente marcado CE conforme la norma UNE-EN 13043:2003 sistema 2+4 consistente en un certificado del control de producción en fábrica por un organismo de certificación del control de producción en fábrica notificado o una declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados.

El ligante de la mezcla bituminosa en caliente deberá disponer del correspondiente marcado CE conforme la norma UNE-EN 15322:2014 sistema 2+ consistente en un certificado del control de producción en fábrica por un organismo de certificación del control de producción en fábrica notificado.

La mezcla bituminosa en caliente deberá disponer del correspondiente marcado CE conforme la norma UNE-EN 13108-1:2008 sistema 2+ consistente en un certificado del control de producción en fábrica por un organismo de certificación del control de producción en fábrica notificado.

- Aspecto y temperatura:

Se comprobará el aspecto y la temperatura de todas las bañeras de suministro.

Se rechazarán todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas y aquéllas cuya envuelta no sea homogénea. La humedad de la mezcla no deberá ser superior en general al cinco por mil (5‰) en masa del total. En mezclas semicalientes, este límite se podrá ampliar hasta el uno y medio por ciento (1,5%).

- Ensayos de laboratorio:

Cada 1.000 t de mezcla bituminosa se tomará una muestra para realizar en laboratorio los siguientes ensayos:

- o Dosificación del ligante, conforme la norma UNE-EN 12697-1:2022.
- o Granulometría de los áridos extraídos, conforme la norma UNE-EN 12697-2:2015+A1:2022.

Las tolerancias admisibles respecto de la granulometría de la fórmula de trabajo, referidas a la masa total de áridos (incluido el polvo mineral), serán las siguientes:

- Tamices superiores al 2 mm de la norma UNE-EN 933-2: cuatro por ciento ($\pm 4\%$).
- Tamiz 2 mm de la norma UNE-EN 933-2: tres por ciento ($\pm 3\%$).
- Tamices comprendidos entre el 2 mm y el 0,063 mm de la norma UNE-EN 933-2: dos por ciento ($\pm 2\%$).
- Tamiz 0,063 mm de la norma UNE-EN 933-2: uno por ciento ($\pm 1\%$).

La tolerancia admisible respecto de la dotación de ligante hidrocarbonado de la fórmula de trabajo será del tres por mil ($\pm 3\text{‰}$) en masa del total de mezcla bituminosa (incluido el polvo mineral), sin bajar del mínimo especificado en el presente pliego, según el tipo de capa y de mezcla que se trate.

3.17. Camino coronación balsa

3.17.1. Calidad de los materiales

Base:

La base del camino de coronación de la balsa será del espesor considerado en la unidad de obra y se realizará con zahorra artificial de 1" (ZA 0/20), cumplirá las especificaciones indicadas en el presente pliego para dicho tipo de zahorra.

Riego de imprimación:

La emulsión a emplear como riego de imprimación será de tipo C50BF4 IMP (carga catiónica) y cumplirá con las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego para el riego de imprimación. La dotación a aplicar será de 0,8 kg/m².

Riego de adherencia:

La emulsión a emplear como riego de adherencia será de tipo C60B2 (carga catiónica) y cumplirá con las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego para el riego de adherencia. La dotación a aplicar será de 0,6 kg/m².

Mezcla bituminosa en caliente:

Para la capa base se utilizará una mezcla de tipo semidensa tipo AC 16 BASE 50/70 S con el indicado en el plano correspondiente y para la capa de rodadura una mezcla de tipo semidensa densa AC 16 SURF 50/70 S con el espesor indicado en el plano correspondiente.

3.17.2. Control de calidad

La zorra artificial, el riego de imprimación, el riego de adherencia y la mezcla bituminosa en caliente cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados correspondientes del presente pliego.

3.18. Tuberías de PVC-O

Las tuberías de policloruro de vinilo no plastificado orientado (PVC-O) cumplirán las especificaciones de la Norma UNE-EN 17176-2: 2019.

3.18.1. Calidad de los materiales

Materiales:

El material con el que se fabricarán los tubos deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE-EN 17176-1.

Densidad:

La densidad del tubo a 23°C medida conforme la norma EN ISO 1183-1 estará comprendida entre los siguientes límites:

$$1.350 \text{ kg/m}^3 < \text{densidad} < 1.460 \text{ kg/m}^3$$

Clase de MRS:

El valor de MRS será declarado por el fabricante y se clasificará conforme la norma UNE-EN 17176-1.

Factor de orientación:

El fabricante declarará los factores de orientación, circunferencial y axial y éstos cumplirán los valores mínimos indicados a continuación.

Resistencia mínima requerida (MRS)	315	355	400	450	500
axial	1,0				
circunferencial	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9

Tabla 36: Factor mínimo de orientación declarado.
Fuente: Tabla 1 de la norma UNE-EN 17176-2:2019.

Los factores de orientación se medirán conforme el Anexo E, la desviación máxima permitida estará comprendida entre -5% y +15% respecto a los valores declarados.

Aspecto

A simple vista las superficies internas y externas de los tubos serán lisas, estarán limpias y no presentarán grietas, arañazos, granulaciones, burbujas, cavidades ni otros defectos superficiales ni faltas de homogeneidad de cualquier tipo.

El material no contendrá ninguna impureza visible a simple vista.

Los extremos se cortarán de forma limpia y perpendicular a su eje.

Color:

El color de los tubos será uniforme en toda la pared y será preferentemente de color azul o blanco.

Clasificación:

Los tubos se clasificarán en función de su presión nominal.

La presión, la serie del tubo y el esfuerzo de diseño se relacionan entre sí conforme las fórmulas correspondientes.

3.18.1.1. Características geométricas

Medición de las dimensiones:

Las mediciones se realizarán conforme la norma EN ISO 3126.

Longitud de los tubos:

La longitud de los tubos será de 6 m, sin incluir la profundidad de la embocadura integrada, con una tolerancia de +- 0,05 m.

Diámetros exteriores nominales y espesor de pared:

El espesor de pared nominal debe cumplir los valores mínimos indicados en la siguiente tabla en función de la presión nominal y la clase de material del tubo.

Clase de material	PN nominal para el coeficiente de diseño $C = 1,6$												
	6,3	8	10	12,5	16	20	25						
315		8	10	12,5	16	20	25						
355			10	12,5	16	20	25						
400	8		10	12,5	16	20	25						
450		10	12,5	16	20	25							
500	10		12,5	16	20	25							
	PN nominal para el coeficiente de diseño $C = 1,4$												
450	10		12,5	16	20	25							
500		12,5	16	20	25								
Valores preferentes y calculados para los números de la serie de tubo S (ISO 3) y relaciones de dimensiones normalizadas (SDR)													
S	32,0	28,0	25,0	22,4	20,0	18,0	16,0	14,0	12,5	11,2	10,0	9,0	8,0
S _n	31,623	28,184	25,119	22,387	19,953	17,783	15,849	14,125	12,589	11,220	10,000	8,9125	7,9433
SDR	65,0	57,0	51,0	45,8	41,0	37,0	33,0	29,0	26,0	23,4	21,0	19,0	17,0
n	e _n , mm												
63					1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,4	3,8
75			1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5
90		1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,8	5,4
110	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,7	5,3	5,9	6,6
125	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,8	5,4	6,0	6,7	7,4
140	2,2	2,5	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,8	5,4	6,0	6,7	7,5	8,3
160	2,5	2,8	3,2	3,5	4,0	4,4	4,9	5,5	6,2	6,9	7,7	8,5	9,5
180	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	5,0	5,5	6,2	6,9	7,7	8,6	9,6	10,7
200	3,2	3,5	3,9	4,4	4,9	5,5	6,2	6,9	7,7	8,6	9,6	10,7	11,9
225	3,5	4,0	4,4	5,0	5,5	6,2	6,9	7,7	8,6	9,6	10,8	12,0	13,4
250	3,9	4,4	4,9	5,5	6,2	6,9	7,7	8,6	9,6	10,7	11,9	13,3	14,8
280	4,4	4,9	5,5	6,2	6,9	7,7	8,6	9,6	10,7	12,0	13,4	14,9	16,6
315	4,9	5,5	6,2	6,9	7,7	8,7	9,7	10,8	12,1	13,5	15,0	16,8	18,7
355	5,6	6,2	7,0	7,8	8,7	9,8	10,9	12,2	13,6	15,2	16,9	18,9	21,1
400	6,3	7,0	7,9	8,8	9,8	11,0	12,3	13,7	15,3	17,1	19,1	21,3	23,7
450	7,0	7,9	8,8	9,9	11,0	12,4	13,8	15,4	17,2	19,2	21,5	23,9	26,7
500	7,8	8,8	9,8	11,0	12,3	13,7	15,3	17,1	19,1	21,4	23,9	26,6	29,7
560	8,8	9,8	11,0	12,3	13,7	15,4	17,2	19,2	21,4	23,9	26,7	29,8	33,2
630	9,9	11,0	12,3	13,8	15,4	17,3	19,3	21,6	24,1	26,9	30,0	33,5	37,4
710	11,2	12,4	14,1	15,4	17,5	19,2	21,8	24,4	27,6	30,2	34,2	37,3	42,2
800	12,6	14,0	15,9	17,4	19,8	21,6	24,5	27,4	31,1	34,0	38,5	42,0	47,6
900	14,1	15,7	17,9	19,6	22,2	24,3	27,6	30,9	35,0	38,2	43,3	47,3	53,5
1 000	15,7	17,5	19,9	21,7	24,7	27,0	30,6	34,3	38,9	42,5	48,1	52,5	59,4
1 200	18,4	21,1	23,5	26,2	29,3	32,4	36,4	41,4	46,2	51,3	57,1	63,2	70,6

Tabla 37: Diámetros exteriores nominales d_n y espesor de pared nominal e_n .
Fuente: Tabla 3 de la norma UNE-EN 17176-2:2019.

Las tolerancias serán conformes la norma ISO 11922-1:2018, grado C para diámetros exteriores, grado W para espesores de pared y grado M para la ovalación.

Tubos con embocaduras integradas con juntas de estanqueidad elastoméricas:

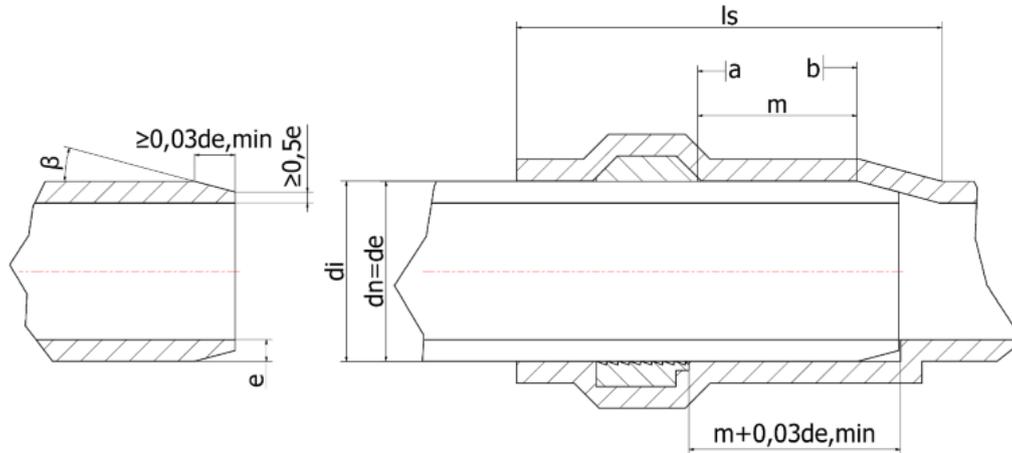
Las dimensiones de las embocaduras serán conformes con la siguiente tabla:

Diámetro interior nominal de la embocadura D_n	Diámetro interior medio mínimo de la embocadura	Profundidad mínima de encaje m_{min}^a
63	63,4	58
75	75,4	60
90	90,4	61
110	110,5	64
125	125,5	66
140	140,6	68
160	160,6	71
180	180,7	73
200	200,7	75
225	225,8	78
250	250,9	81
280	281,0	85
315	316,1	88
355	356,2	90
400	401,3	92
450	451,5	95
500	501,6	97
560	561,8	101
630	632,0	105
710	712,3	109
800	802,5	114
900	902,8	120
1 000	1 003,1	125
1 200	1 203,7	136

Tabla 38: Profundidades mínimas de encaje de embocaduras para uniones con juntas de estanqueidad elastoméricas.

Fuente: Tabla 4 de la norma UNE-EN 17176-2:2019.

La idoneidad de la profundidad de ensaje se verificará conforme el Anexo B de la norma UNE-EN 17176-2:2019.



Leyenda

- a Comienzo de la zona de estanquidad
- b Final de la parte cilíndrica de la embocadura y del tubo
- β Ángulo mínimo de chafilán

Ilustración 1: Profundidad mínima de encaje de embocaduras para uniones con juntas de estanquidad elastoméricas.
Fuente: Figura 1 de la norma UNE-EN 17176-2:2019.

Extremos lisos:

Los tubos con extremo o extremos lisos que se vayan a utilizar en uniones con juntas de estanquidad elastoméricas deben tener un chafilán que se ajuste a la figura 1 de la norma UNE-EN 17176-2:2019 con:

$$12^\circ \leq \beta \leq 15^\circ$$

3.18.1.2. Características mecánicas

Presión hidrostática:

Al someter el tubo al ensayo de presión hidrostática conforme la norma UNE-EN-ISO 1167-1: 2006, usando las combinaciones de temperaturas de ensayo y de esfuerzos indicados a continuación, el tubo no debe fallar en el tiempo indicado.

Se podrán utilizar en el ensayo los tapones tipo A y tipo B, en caso de conflicto se utilizarán los tapones tipo B.

Característica	Requisito	Parámetros de ensayo						Método de ensayo			
		Temperatura °C	Esfuerzo circunferencial MPa ^b						Tiempo h	Tipo de ensayo	Número de probetas
			MRS 315	MRS 355	MRS 400	MRS 450	MRS 500				
Resistencia a corto y largo plazo	Sin fallo durante el ensayo	20	41	46	52	60	65	10	Agua en agua	1 ^a	EN ISO 1167-1 y EN ISO 1167-2
		20	36	42	46	53	58	1 000			
		60	20	22	25	28	31	1 000			

a El número de probetas requerido para el control de la producción en fábrica y el control del proceso debería estar incluido en el plan de calidad del fabricante.
b Para el cálculo de la presión de ensayo de los tubos se debe utilizar el espesor de pared mínimo medido. En caso de embocaduras integradas, se debe utilizar para el cálculo e_n .

Tabla 39: Parámetros de ensayo.
Fuente: Tabla 5 de la norma UNE-EN 17176-2:2019.

Tanto los tubos como los tubos con embocaduras integradas al someterlos al ensayo hidrostático deben resistir sin que se revienten ni se produzcan fugas.

Resistencia al impacto:

Los tubos deben someterse a ensayo a 0°C conforme a la norma UNE-EN ISO 3127:20118 y tener un porcentaje real de roturas (TIR) no superior al 10% al utilizar las masas indicadas a continuación y a una altura de caída de 2 m. El radio de la cabeza del percutor debe ser de 12,5 mm.

Dimensión nominal DN	Masa total kg
63	4
75	5
90	5
110	6,3
125	6,3
140	8
160	8
180	10
200	10
≥ 225	12,5

Tabla 40: Masa del percutor para resistencia al impacto.
Fuente: Tabla 6 de la norma UNE-EN 17176-2:2019.

Rigidez anular:

La rigidez anular de los tubos conforme la norma UNE-EN ISO 9969:2016 debe ser ≥ 4 kN/m².

3.18.1.3. Características físicas

Los tubos cumplirán las características físicas indicadas a continuación:

Característica	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
Temperatura de reblandecimiento Vicat (VST) ^a	≥ 80 °C	Se debe ajustar a la Norma ISO 2507-1		ISO 2507-1
Resistencia al diclorometano a una temperatura específica ^b	Sin ataque ^c	Temperatura del baño	(15 ± 1) °C	EN ISO 9852
		Duración de la inmersión	15 min	
Resistencia a la tracción uniaxial ^b	≥ 48 MPa	Velocidad	(5 ± 1) mm/min	EN ISO 6259-1 e ISO 6259-2
		Temperatura	(23 ± 2) °C	
DSC ^b	Temperatura inicial B ≥ 185 °C ^d	Se debe ajustar a la Norma ISO 18373-1	Número de probetas: 4	ISO 18373-1

^a A realizar sobre el tubo original de materia prima o sobre un tubo retraído.
^b El fabricante debe elegir un método de ensayo para el control de la producción en fábrica, teniendo en cuenta la reglamentación nacional o su política interna de salud y seguridad. En caso de conflicto, se debe utilizar el método DSC.
^c Los puntos aislados inferiores a 2 mm no se deben considerar como ataque.
^d Para formulaciones estabilizadas basadas en CaZn y compuestos orgánicos, la temperatura inicial B debe ser ≥ 180 °C.

Tabla 41: Características físicas.
Fuente: Tabla 8 de la norma UNE-EN 17176-2:2019.

3.18.1.4. Marcado

Todos los tubos estarán marcados.

Los elementos de marcado estarán impresos o marcados directamente sobre el tubo a intervalos máximos de 1m de forma tal que, tras el almacenamiento, exposición a la intemperie, manipulación e instalación, permanezcan legibles durante el uso 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 a simple vista.

Marcado mínimo requerido:

- Número de la Norma: EN 17176.
- Nombre del fabricante y/o marca comercial.
- Material.
- Clase MRS y coeficiente de diseño.
- Diámetro exterior nominal d_n x espesor de pared nominal e_n .
- Presión nominal.
- Información del fabricante para facilitar la trazabilidad:
 - o Periodo de producción, el año y el mes, en cifras o en código.
 - o Nombre o código del lugar de producción, si el fabricante produce en diferentes lugares, a nivel nacional y/o internacional.
 - o Identificación de la línea de extrusión, si procede.

3.18.2. Control de calidad

El fabricante poseerá Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE-EN 17176-2: 2019 para cada tipo de tubería, fabricante y centro de fabricación, entendiéndose por tipo de tubería diámetro nominal y presión nominal.

Además, los tubos de PVC-O cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas elastoméricas, lubricantes, aspecto, etc.

Como mínimo para cada tipo de tubería, entendiéndose por tipo de tubería diámetro nominal, presión nominal y MRS se realizarán 2 ensayos completos por cada 3.000 ml si el diámetro nominal es inferior a 315 mm y por cada 2.000 ml si el diámetro nominal es igual o superior a 315 mm. En el caso de que los resultados obtenidos en los 2 ensayos completos realizados en un mismo tipo de tubería no sean homogéneos se realizará un tercer ensayo completo de comprobación.

Un ensayo completo comprende la realización de los siguientes ensayos y comprobaciones:

- Diámetro exterior.
- Espesor.

- Marcado.
- Presión hidrostática del tubo.
- Presión hidrostática del tubo con embocadura integrada.
- Resistencia al impacto.
- Rigidez anular.
- Resistencia a la tracción uniaxial.
- Al menos 1 de los siguientes ensayos:
 - o Temperatura de reblandecimiento Vicat (VST).
 - o Resistencia al diclorometano.
 - o DSC.

3.19. Accesorios de PVC-O

Los accesorios de PVC-O, incluidos los manguitos pasantes, cumplirán las especificaciones indicadas en la norma UNE-EN/TS 17176-3:2022 EX.

3.19.1. Calidad de los materiales

Materiales:

El material con el que se fabricarán los accesorios deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE-EN 17176-

Densidad:

La densidad del tubo a 23°C medida conforme la norma EN ISO 1183-1 estará comprendida entre los siguientes límites:

$$1.350 \text{ kg/m}^3 < \text{densidad} < 1.460 \text{ kg/m}^3$$

Factor de orientación:

El factor de orientación circunferencial debe ser declarado por el fabricante, con un valor mínimo de 1,5.

El factor de orientación se medirá conforme el Anexo B y estará especificado por el fabricante con una desviación comprendida entre -5% y +15% respecto a los valores declarados.

Aspecto

A simple vista las superficies internas y externas de los accesorios serán lisas, estarán limpias y no presentarán arañazos, cavidades ni otros defectos superficiales que puedan impedir su conformidad.

El material no contendrá ninguna impureza visible a simple vista.

Los extremos se cortarán de forma limpia y perpendicular a su eje.

Color:

El color de los tubos será uniforme en toda la pared y será preferentemente de color azul o blanco.

Clasificación:

Los accesorios se clasificarán en función de su presión nominal, conforme el Anexo A mediante la determinación de la resistencia a presión a largo plazo.

3.19.1.1. Características geométricas

Medición de las dimensiones:

Las mediciones se realizarán conforme la norma EN ISO 3126.

Diámetros exteriores nominales y espesor de pared mínimo:

El diámetro exterior nominal de los accesorios con extremo macho debe ser conforme con la norma ISO 161-1.

El espesor de pared nominal mínimo se debe calcular para cumplir los requisitos de presión definidos en la tabla 1 y no debe ser inferior al espesor de pared nominal mínimo para SDR 14 que se define en la tabla 3 de la norma EN 17176-2.

Accesorios con embocaduras integradas:

Los accesorios con embocaduras integradas deben ser conformes con el apartado 7.4 de la norma EN 17176-

Accesorios con extremos lisos:

Los accesorios con extremos lisos deben ser conformes con el apartado 7.6 de la norma En 17176-2.

La longitud del extremo liso debe asegurar la completa inserción del extremo macho en la embocadura del tubo.

3.19.1.2. Características mecánicas

Presión nominal:

La presión nominal de los accesorios debe ser igual o mayor que la PN de los tubos a unir.

Presión hidrostática:

Al someter el accesorio al ensayo de presión hidrostática conforme la norma EN-ISO 1167-3, utilizando tapones tipo B y los parámetros de ensayos indicados a continuación, el accesorio o sus componentes se deben ajustar a los requisitos indicados en la tabla para la PN declarada.

Característica	Requisito	Parámetros de ensayo						Método de ensayo		
		Temperatura °C	Presión del ensayo ^b en bar				Tiempo h		Tipo de ensayo	Número de probetas
			PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25				
Resistencia a corto y largo plazo	Sin fallo durante el ensayo	20	26,2	33,1	41,6	52,3	10	Agua en agua	1 ^a	EN ISO 1167-1, EN ISO 1167-2 y EN ISO 1167-3
		20	23,4	29,5	37,0	46,6	1 000			

a El número de probetas requerido para el control de la producción en fábrica y el control del proceso debería estar incluido en el plan de calidad del fabricante.

b Las bases para el cálculo de presiones son los esfuerzos especificados en la tabla 1 de la Norma EN 17176-1:2019, usando e_n para $C = 1,6$.

Tabla 42: Resistencia a la presión interna de los accesorios.

Fuente: Tabla 1 de la norma UNE-CEN 17176-3:2022.

3.19.1.3. Características físicas

Los accesorios cumplirán las características físicas indicadas a continuación:

Característica	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
Temperatura de reblandecimiento Vicat (VST) ^a	≥ 80 °C	Se debe ajustar a la Norma ISO 2507-1		ISO 25071-1
Resistencia al diclorometano a una temperatura específica ^{a, b}	Sin ataque ^c	Temperatura del baño	(15 ± 1) °C	EN ISO 9852
		Duración de la inmersión	15 min	
Ensayo de tracción uniaxial ^b	≥ 48 MPa	Velocidad del ensayo	(5 ± 1) mm/min	EN ISO 6259-1 e ISO 6259-2
		Temperatura de ensayo	(23 ± 2) °C	
DSC ^b	Temperatura inicial B ≥ 185 °C ^d	Se debe ajustar a la Norma ISO 18373-1	Número de probetas: 4	ISO 18373-1

a A realizar sobre tubo preforma o accesorio revertido.
b El fabricante debe elegir un método de ensayo para el control de la producción en fábrica, teniendo en cuenta la reglamentación nacional o su política interna de salud y seguridad. En caso de conflicto, se debe utilizar el método DSC.
c Los puntos aislados inferiores a 2 mm no se deben considerar como ataque.
d Para formulaciones estabilizadas basadas en CaZn y compuestos orgánicos, la temperatura inicial B debe ser ≥ 180 °C.

Tabla 43: Características físicas de los accesorios.

Fuente: Tabla 2 de la norma UNE-CEN 17176-3:2022.

3.19.1.4. Marcado

Todos los accesorios estarán marcados.

Los elementos de marcado estarán impresos o conformados directamente sobre el accesorio de tal forma que, tras el almacenamiento, exposición a la intemperie, manipulación e instalación, permanezcan legibles durante el uso 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 accesorio.

El tamaño del marcado debe ser tal que sea fácilmente legible a simple vista.

El marcado mínimo requerido será el indicado a continuación:

Aspectos	Marcado o símbolo
- Número de esta especificación técnica	CEN/TS 17176-3
- Nombre del fabricante y/o marca comercial	xyz
- Material	PVC-O
- Diámetro exterior nominal d_n	por ejemplo, DN 110
- Presión nominal PN	por ejemplo, PN 16
- Coeficiente de diseño C	C = 1,6
- Información del fabricante ^a	por ejemplo, mm aaaa

a Para facilitar la trazabilidad, se debe especificar la siguiente información:
- periodo de producción, el año y el mes, en cifras o en código;
- nombre o código del lugar de producción, si el fabricante produce en diferentes lugares, a nivel nacional y/o internacional.

Tabla 44: Marcado mínimo de los accesorios.

Fuente: Tabla 3 de la norma UNE-CEN 17176-3:2022.

3.19.2. Control de calidad

El fabricante poseerá Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE-CEN 17176-3: 2022 para cada tipo de accesorio, fabricante y centro de fabricación, entendiéndose por tipo de accesorio diámetro nominal, presión nominal y tipo (codo, té, reducción, manguito, etc.).

Además, los accesorios de PVC-O cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas elastoméricas, lubricantes, aspecto, etc.

3.20. Tuberías de PVC corrugado para saneamiento

Las tuberías de PVC-U para saneamiento, serán de pared estructurada de doble capa, lisa interior y corrugada exterior Tipo B de rigidez anular $RCE \geq 8 \text{ kN/m}^2$ y cumplirán las especificaciones de la Norma UNE-EN 13476-1: 2018, UNE-EN y UNE-EN 13476-3:2019+A1:2022.

3.20.1. Calidad de los materiales

3.20.1.1. Aspecto:

Las superficies visibles de los tubos serán lisas, estarán limpias y no presentarán estrías, ampollas, impurezas ni poros visibles, ni cualquier otra irregularidad en su superficie que pueda impedir su conformidad con la norma de referencia.

Los extremos de los tubos estarán cortados limpiamente y perpendicularmente al eje del tubo y dentro de la zona de corte recomendada por el fabricante.

3.20.1.2. Marcado:

El marcado debe imprimirse o gravarse directamente sobre el componente o sobre una etiqueta de forma que mantenga su legibilidad tras el almacenamiento, la manipulación y la instalación.

El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defectos susceptibles de impedir la conformidad con la norma de referencia.

El tamaño del marcado debe ser tal que sea legible sin necesidad de aumentos.

Los tubos deben marcarse a intervalos máximo de 2m, al menos una vez por tubo.

El marcado mínimo será el indicado en la siguiente tabla:

Aspecto	Marcado o símbolos	Legibilidad ^a
Código de esta norma	EN 13476-3	A
Serie diámetro, dimensión nominal/diámetro interior mínimo garantizado real ^b para:		
– Serie DN/OD, intercambiable ^c	DN 200/178 ^d	A
– Serie DN/ID, no intercambiable ^c	OD 200/178 ^d	A
– Serie DN/ID	DN/ID 180/178 ^d	A
Nombre del fabricante y/o marca comercial	XXX	A
Clase de rigidez ^l	Por ejemplo, SN 8	A
Flexibilidad anular	“RF20” (cuando proceda, véase el anexo I)	A
Material	PVC-U, PVC ^e , PP o PE	A
Código del área de aplicación	“U” o “UD”	A
Información del fabricante	f	A
Resistencia al impacto -10 °C	⊕ (cristal de hielo) (cuando proceda, véase el anexo H)	B
Resistencia al impacto +23 °C	IMP 23 C (cuando proceda, véase el anexo G)	B
Clase de tolerancia estrecha	CT ^g	B
Embocadura corta ^h	Embocadura corta	A
<p>a Códigos de legibilidad. A significa duradero en el uso. B significa legible al menos hasta que se instala el sistema.</p> <p>b El marcado del diámetro interior medio mínimo garantizado es voluntario, pero si se realiza debe hacerse como se indica.</p> <p>c En este caso, intercambiabilidad significa que se utilizan con tubos y/o accesorios conformes con las Normas EN 1401-1, EN 1852-1 o EN 12666-1.</p> <p>d Si un componente se diseña tanto para la serie DN/OD como para la DN/ID, una de las dos puede marcarse sobre una etiqueta.</p> <p>e El PVC-U es preferible frente al PVC.</p> <p>f Debe indicarse con cifras claras o con un código que proporcione trazabilidad con los siguientes detalles: – el año y mes de fabricación; – lugar de fabricación si el fabricante produce en diferentes ciudades, a nivel nacional y/o internacional.</p> <p>g Solo aplica a tubos de PP y PE con extremos macho con CT como especifican las Normas EN 1852-1 o EN 12666-1, véase el apartado 7.2.3.1.2.</p> <p>h Este marcado solo aplica a tubos con embocaduras cortas conforme a los apartados 7.2.4.1.1 o 7.2.4.2.</p> <p>i El fabricante puede utilizar la rigidez mínima garantizada además del valor SN. Para tubos de DN > 1 200 y > SN 2 la rigidez garantizada debe marcarse sin el valor SN.</p>		

Tabla 45: Marcado mínimo requerido de los tubos.
Fuente: Tabla 18 de la norma UNE-EN 13476-3:2022.

3.20.1.3. Características del material

Los materiales de los tubos de PVC de saneamiento cumplirán las especificaciones indicadas en la siguiente tabla:

Característica	PVC-U	PP	PE	Unidad
Módulo de elasticidad, valor a corto plazo	≥ 3 200	≥ 1 250	≥ 800	MPa
Densidad media	aproximadamente 1 400	aproximadamente 900	aproximadamente 940	kg/m ³
Coefficiente medio de dilatación térmica lineal	aproximadamente 8×10^{-5}	aproximadamente 14×10^{-5}	aproximadamente 17×10^{-5}	K ⁻¹
Conductividad térmica	aproximadamente 0,16	aproximadamente 0,2	aproximadamente (0,36 a 0,50)	WK ⁻¹ m ⁻¹
Capacidad calorífica específica	aproximadamente (850 a 2 000)	aproximadamente 2 000	aproximadamente (2 300 a 2 900)	Jkg ⁻¹ K ⁻¹
Resistencia de superficie	> 10 ¹²	> 10 ¹²	> 10 ¹³	Ω
Coefficiente de Poisson	0,4	0,42	0,45	(-)

Tabla 46: Características generales del material.

Fuente: Tabla A.1 de la norma UNE-EN 13476-1:2018.

Además, cumplirán el ensayo de resistencia interna que se indica a continuación:

Característica	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
Resistencia a la presión interna ^{a, b}	Sin fallo durante el ensayo	Sistema de cierre	Tipo A o tipo B	EN ISO 1167-1 y EN ISO 1167-2
		Orientación	Libre	
		Número de probetas	3	
		Temperatura de ensayo	60 °C	
		Esfuerzo circunferencial para el compuesto/formulación del tubo	10 MPa	
		Esfuerzo circunferencial para el compuesto/formulación del accesorio	6,3 MPa	
		Periodo de acondicionamiento	Debe ser conforme a la Norma EN ISO 1167-1	
		Tipo de ensayo	Agua en agua	
		Duración del ensayo	1 000 h	
<p>a Para compuestos de extrusión, este ensayo debe llevarse a cabo en forma de tubo de pared compacta fabricado a partir del compuesto/formulación de extrusión pertinente.</p> <p>b Para compuestos de moldeo por inyección, este ensayo debe llevarse a cabo sobre una muestra moldeada por inyección o extruida en forma de tubo de pared compacta fabricado a partir del compuesto/formulación pertinente.</p>				

Tabla 47: Resistencia a la presión interna. Tubos de PVC-U.

Fuente: Tabla 1 de la norma UNE-EN 13476-3:2019 + A1:2022.

3.20.1.4. Características del material no virgen de PVC-U

Material de reprocesado interno y de reciclado de tubos y accesorios:

Para la producción de tubos se permite la utilización sin limitación, de material de reprocesado interno limpio procedente de componentes conformes a la norma UNE-EN 13476-3.

Material de reprocesado externo y de reciclado procedente de tubos y accesorios de PVC-U:

Para la producción de tubos se debe permitir la utilización de material de reprocesado y de reciclado, siempre y cuando se cumplan las condiciones indicadas en los apartados 4.2.1, 4.2.2., Anexo A de la norma de referencia y las indicadas a continuación.

Característica	Requisitos	Métodos de ensayo ^{a,b}
Densidad	$1\,390\text{ kg/m}^3 \leq \text{densidad} \leq 1\,700\text{ kg/m}^3$	EN ISO 1183-1
Contenido de relleno mediante resto de ceniza	Anexo A	EN ISO 3451-5 ^c
Valor-K	$56 \leq \text{valor-K} \leq 70$	EN ISO 13229
Temperatura de reblandecimiento Vicat (VST)	$\geq 62\text{ }^\circ\text{C}$	EN ISO 2507-1
Tamaño de partícula	$> 1\,000\ \mu\text{m}$: máximo 15% en masa $< 1\,400\ \mu\text{m}$: 100% en masa	Análisis con tamiz
Impurezas	$\leq 0,15\%$	El anexo C de la Norma EN 15346:2014 o la evaluación de láminas o evaluación de material micronizado
<p>a {A1▶} Las muestras deben tomarse de cada lote individual de material o del compuesto una vez ya granulado. La frecuencia de toma de muestras debe acordarse entre el suministrador y el fabricante del producto, con quien se pueden acordar frecuencias más largas para fuentes de suministro estable.{◀A1}</p> <p>b Si la fuente del suministro del material es estable, por ejemplo, tubos y accesorios u otros productos producidos bajo una marca de calidad, no se requiere ensayar esas características del material cubiertas por la marca de calidad.</p> <p>c El procedimiento de ensayo debe definirse en la especificación del suministrador y el fabricante del producto.</p>		

Especificación	
a	Debe cubrir al menos la característica dada en la tabla B.1 para el PVC-U.
b	Cuando se determine de acuerdo con los métodos de ensayo dados en la tabla B.1 para el PVC-U los valores reales de estas características deben cumplir con los valores dados en la especificación acordada
c	{A1▶} Esta declaración puede ser realizada tanto por el suministrador del material como por el fabricante del producto, con una frecuencia apropiada, como por el fabricante del producto, según se acuerde entre las partes. {◀A1}
d	El plan de calidad del suministrador del material de reprocesado externo o de reciclado debería estar de acuerdo con la Norma EN ISO 9001.

Tabla 48: Especificaciones para el material reprocesado externo y reciclado procedente de productos de PVC-U.
Fuente: Tabla B.1. y B.2 de la norma UNE-EN 13476-3:2019 + A1:2022.

Material de reprocesado externo y de reciclado procedente de productos de PVC-U distintos a tubos y accesorios:

Para la fabricación de tubos de PVC no se debe permitir utilizar material de reprocesado externo ni de reciclado procedente de productos de PVC-U distintos a tubos y accesorios.

3.20.1.5. Tipos de pared tipo B

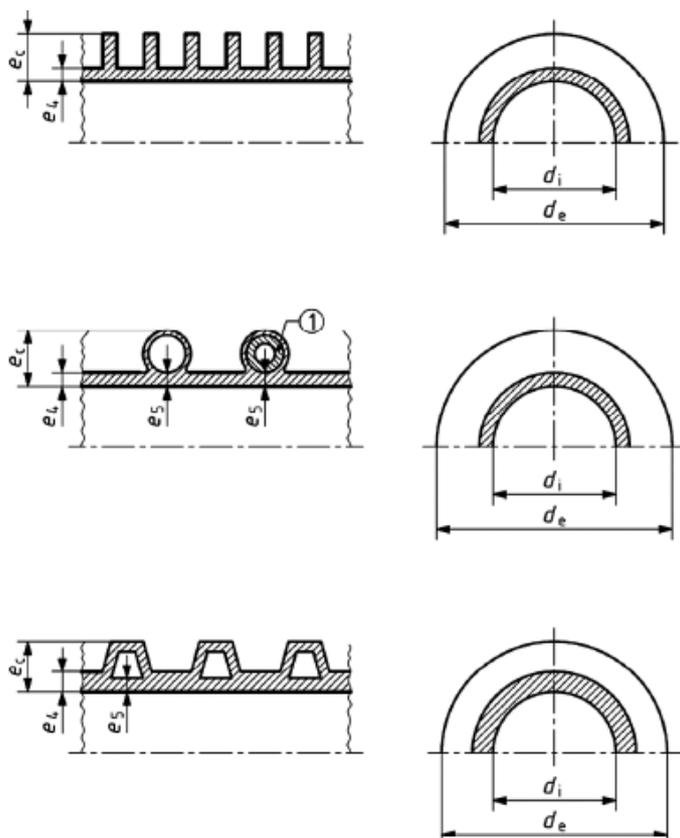


Ilustración 2: Ejemplos típicos de construcciones de pared de tipo B.
Fuente: Figura 1 de la norma UNE-EN 13476-3:2022.

3.20.1.6. Características geométricas

Todas las dimensiones se medirán conforme la norma EN ISO 3126.

Los tubos se clasifican en función de su diámetro exterior (serie DN/OD) y/o en función de su diámetro interior (serie DN/ID).

Longitudes del tubo:

La longitud efectiva del tubo, l , no debe ser inferior a la especificada por el fabricante cuando se mide conforme los siguientes esquemas.

La longitud del tubo será de 6 m.

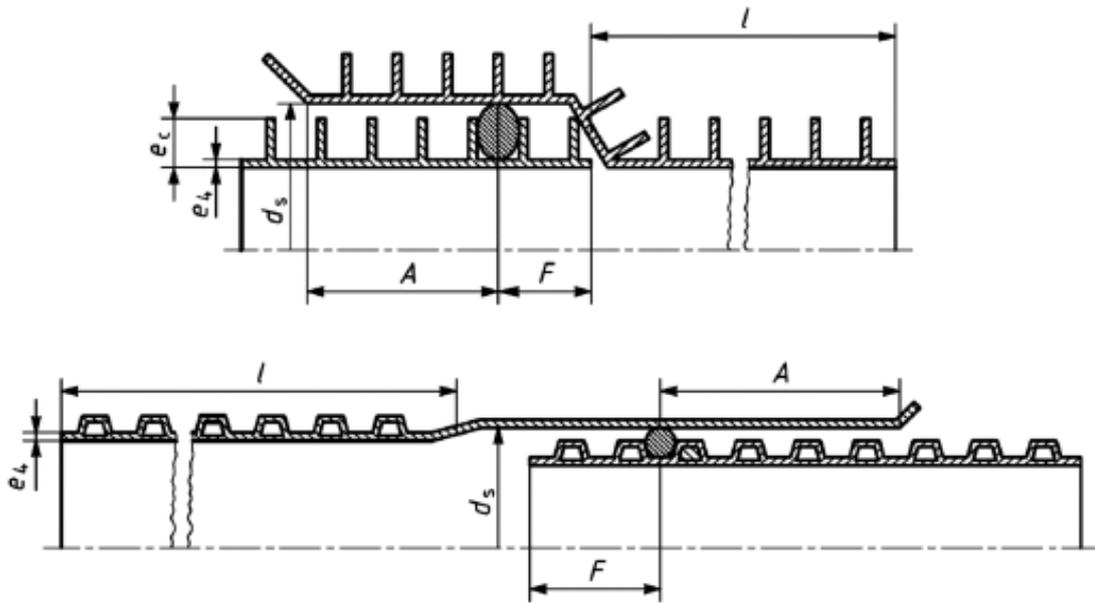


Ilustración 3: Ejemplos de uniones con junta de estanqueidad elastomérica con la junta situada sobre el extremo macho, tipo B.
Fuente: Figura 2 de la norma UNE-EN 13476-3:2022.

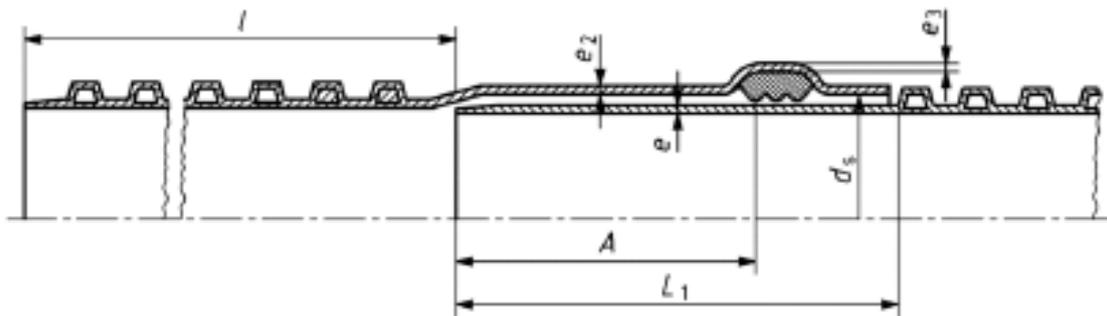


Ilustración 4: Ejemplo de una unión con junta de estanqueidad elastomérica con la junta situada sobre el extremo macho, tipo B.
Fuente: Figura 3 de la norma UNE-EN 13476-3:2022.

Diámetro de los tubos tipo B y de los extremos macho de tubos o accesorios:

En la siguiente tabla se especifican las dimensiones nominales preferentes y los diámetros medios mínimos para las series DN/OD y DN/ID.

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Medidas en milímetros

Diámetros interiores medios mínimos			Serie DN/ID ^c		Espesor mínimo de pared		Embocadura ^a
Serie DN/OD		DN/OD	DN/ID	d _{m,mín.}	e _{4,mín.}	e _{5,mín.}	
PVC-U ^b	PP/ PE ^{b,c}						d _{m,mín.}
110	97	90	1 00	95	1,0	1,0	32
125	107	105			1,1	1,0	35
			125	120	1,2	1,0	38
160	135	134			1,2	1,0	42
			150	145	1,3	1,0	43
200	172	167			1,4	1,1	50
			200	195	1,5	1,1	54
250	216	209	225	220	1,7	1,4	55
			250	245	1,8	1,5	59
315	270	263			1,9	1,6	62
			300	294	2,0	1,7	64
400	340	335			2,3	2,0	70
			400	392	2,5	2,3	74
500	432	418			2,8	2,8	80
			500	490	3,0	3,0	85
630	540	527			3,3	3,3	93
			600	588	3,5	3,5	96
800	680	669			4,1	4,1	110
			800	785	4,5	4,5	118
1 000	864	837			5,0	5,0	130
			1 000	985	5,0	5,0	140
1 200	1 037	1 005			5,0	5,0	150
			1 200	1 185	5,0	5,0	162
1 400	1 210	1 173			5,0	5,0	168
			1 400	1 385	5,0	5,0	182
1 600	1 382	1 340			5,0	5,0	192
			1 600	1 584	5,0	5,0	208
1 800	1 555	1 508			5,0	5,0	216
			1 800	1 782	5,0	5,0	234
2 000	1 728	1 675			7,0	7,0	240

Medidas en milímetros

Diámetros interiores medios mínimos			Serie DN/ID ^c		Espesor mínimo de pared		Embocadura ^a
Serie DN/OD		DN/ID	$d_{im,min.}$	$e_{4,min.}$	$e_{5,min.}$	$A_{min.}$	
DN/OD	PVC-U ^b						PP/PE ^{b,c}
			2 000	1 980	7,0	7,0	260
2 200	1901	1843			7,0	7,0	264
			2 200	2 178	7,0	7,0	286
2 400	2 074	2 010			7,0	7,0	288
			2 400	2 376	7,0	7,0	312
2 500	2 160	2 094			7,0	7,0	300
			2 500	2 475	7,0	7,0	325
2 600	2 246	2 178			7,0	7,0	312
			2600	2574	7,0	7,0	338
2 800	2 419	2 345			7,0	7,0	336
			2 800	2 772	7,0	7,0	364
3 000	2 592	2 513			10,0	10,0	360
			3 000	2 970	10,0	10,0	390

a $A_{min.}$ se aplica solo para embocaduras con juntas de estanquidad elastoméricas. Para la elección de los requisitos $A_{min.}$ para una embocadura, remitirse al material y a la construcción del tubo. Para tubos de una longitud superior a 6 m se recomienda producir un $A_{min.}$ más grande que la especificada en esta tabla.

b El diámetro interior real de un tubo depende del material, la construcción y de la rigidez. Puede ser mayor que el mínimo especificado en esta tabla. Para más información véase la documentación del fabricante.

c El diámetro interior medio mínimo, $d_{im,min.}$ de un accesorio no debe ser inferior al 98% del diámetro interior medio mínimo especificado del tubo para el que se ha diseñado o debe ser conforme con esta tabla, el valor que sea mayor.

Tabla 49: Dimensiones nominales, diámetros interiores medios mínimos, espesor de las capas interiores y longitud de la embocadura. Fuente: Tabla 5 de la norma UNE-EN 13476-3:2022.

Se permiten otras dimensiones nominales mayores que DN/ID 100 y DN/OD 110 y menores que DN/OD 3.000 y DN/ID 3.000, que las indicadas anteriormente. Éstas deberían seleccionarse preferentemente de la serie Renard R40, ISO3 o de las dimensiones tradicionales nacionales. En estos casos debe seleccionarse de tal forma que el diámetro interior medio mínimo $d_{im, min}$ se ajuste al requisito de las desviaciones límite máximas de los diámetros interiores de la norma EN 476.

Para DN/ID y DN/OD no especificados en la tabla anterior, el diámetro interior medio mínimo $d_{im, min}$ debe interpolarse linealmente entre los valores adyacentes.

Diámetros exteriores de tubos y extremos macho:

Los tubos y los extremos macho de la serie DN/OD destinados a tener dimensiones de unión deben ser conformes las normas correspondientes con respecto a los diámetros exteriores y a las tolerancias del extremo macho, en caso contrario cumplirán los valores indicados en la siguiente tabla.

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Dimensión nominal DN/OD ^a	Diámetro exterior medio mínimo, $d_{em,min.}$	Diámetro exterior medio máximo, $d_{em,máx.}$	Diámetro interior medio mínimo de la embocadura $d_{em,min.}$
	Para tubos y accesorios no destinados a tener dimensiones de unión como los tubos y/o accesorios conformes a las Normas EN 1401-1, EN 1852-1, EN 14758-1 o EN 12666-1		
110	109,4	110,4	110,4
125	124,3	125,4	125,4
160	159,1	160,5	160,5
200	198,8	200,6	200,6
250	248,5	250,8	250,8
315	313,2	316,0	316,0
400	397,6	401,2	401,2
500	497,0	501,5	501,5
630	626,3	631,9	631,9
800	795,2	802,4	802,4
1 000	994,0	1 003,0	1 003,0
1 200	1 192,8	1 203,6	1 203,6

^a Para los requisitos de otras dimensiones nominales y para la serie DN/ID, se utiliza las ecuaciones del apartado 7.2.3.2.

Tabla 50: Tolerancias del diámetro exterior y de los diámetros interiores de las embocaduras.
Fuente: Tabla 6 de la norma UNE-EN 13476-3:2022.

Para otras dimensiones DN/OD y DN/ID los valores deben calcularse utilizando las siguientes fórmulas:

$$d_{em,min.} \geq 0,994 \times d_e$$

$$d_{em,máx.} \leq 1,003 \times d_e$$

Donde d_e es la dimensión nominal de un tubo DN/OD o el diámetro exterior especificado por el fabricante de un tubo DN/ID.

Espesores de pared de tubos y extremos macho:

Cuando el extremo macho tiene el diseño de tubo real, el espesor de la pared de la capa interior será conforme la tabla 5 de la norma. Para un diseño de extremo macho liso, el espesor de pared debe ser conforme la siguiente tabla.

Material	Diámetro exterior	Medidas en milímetros
		$e_{min.}$
PVC-U	$d_e \leq 500$	$d_e/51$ pero no inferior a 3,2
	$d_e > 500$	9,8
PP	$d_e \leq 500$	$d_e/41$ pero no inferior a 3,4
	$d_e > 500$	12,2
PE	$d_e \leq 500$	$d_e/33$ pero no inferior a 4,2
	$d_e > 500$	15,2

Tabla 51: Espesor de pared mínimo requerido de extremos machos lisos.
Fuente: Tabla 7 de la norma UNE-EN 13476-3:2022.

Espesor de pared de las embocaduras:

Su rigidez anular tiene que ser conforme la siguiente fórmula:

$$S_{50} + S_{5p} \geq SN_{\text{tubo}}$$

donde

S_{50} es la rigidez anular de la embocadura;

S_{5p} es la rigidez anular del extremo macho;

SN_{tubo} es la rigidez anular nominal del tubo.

Los espesores de pared cumplirán los requisitos indicados en la tabla 5 de la norma.

3.20.1.7. Características físicas

En la siguiente tabla se indican las características físicas de los tubos de PVC-U.

Características	Requisitos	Parámetros de ensayo		Ensayo
Temperatura de reblandecimiento Vicat (VST) ^a	VST \geq 79 °C	Debe ser conforme a la Norma EN ISO 2507-1		EN ISO 2507-1
Resistencia al diclorometano ^{b,c}	Sin ataque ^d	Temperatura de ensayo	15 °C	EN ISO 9852
		Tiempo de inmersión	30 min	
Ensayo de tracción uniaxial ^{b,c} (Método de ensayo alternativo al grado de gelificación)	Deformación a la rotura \geq 80%	Velocidad de ensayo	5 \pm 1 mm/min	EN ISO 6259-1 e ISO 6259-2
		Temperatura de ensayo	(23 \pm 2) °C	
Calorimetría de barrido diferencial (DSC) ^{c,d} (Método de ensayo alternativo a la resistencia al diclorometano)	Temperatura inicial B \geq 185 °C	Debe ser conforme a la Norma ISO 18373-1	Número de probetas: 4	ISO 18373-1
Resistencia al calor – Ensayo en estufa ^f	El tubo no debe mostrar delaminaciones, fisuras ni ampollas	Temperatura de ensayo	(150 \pm 2) °C	ISO 12091
		Tiempo de calentamiento ^e para:		
		$e \leq$ 10 mm	30 min	
		$e >$ 10 mm	60 min	
<p>a Si e_4 es inferior a 1,8 mm, el ensayo debe llevarse a cabo sobre un perfil extruido del compuesto/formulación. El ensayo indirecto puede realizarse utilizando una muestra del tubo.</p> <p>b Solo aplica a tubos con un espesor de pared e_5, para una construcción de doble pared, o e_4, para otras construcciones, > 3 mm. Los perfiles para tubos conformados helicoidalmente se pueden someter a ensayo antes de conformarlos.</p> <p>c Los métodos de ensayo alternativos ha de elegirlos el productor para el control de producción en fábrica, teniendo en cuenta la legislación nacional o la política interna de salud y seguridad.</p> <p>d En caso de litigio, debe utilizarse el método DSC. Este ensayo no está destinado a utilizarse para el control de producción en fábrica.</p> <p>e Para el espesor de pared, e, debe tomarse el espesor de pared máximo medido del tubo, excluyendo e_c.</p> <p>f Las probetas se cortan para ajustarse a la estufa disponible.</p>				

Tabla 52: Características físicas de los tubos de PVC-U.

Fuente: Tabla 18 de la norma UNE-EN 13476-3:2022.

3.20.1.8. Características mecánicas

En la siguiente tabla se indican las características mecánicas de los tubos de PVC-U.

Característica	Requisitos	Parámetros de ensayo		Ensayo
Rigidez anular ^e	≥ SN pertinente	Debe ser conforme a la Norma EN ISO 9969		EN ISO 9969
Resistencia al impacto a 0 °C ^a (Método de la esfera de reloj) $d_{lm,máx} \leq 1\ 200$	TIR ≤ 10%	Temperatura del ensayo	(0 ± 1) °C	EN ISO 3127
		Medio de acondicionamiento	Baño de agua o aire	
		Tipo de percutor	d90	
		Masa del percutor para:		
		$d_{lm,máx} \leq 100$	0,5 kg	
		$100 < d_{lm,máx} \leq 125$	0,8 kg	
		$125 < d_{lm,máx} \leq 160$	1,0 kg	
		$160 < d_{lm,máx} \leq 200$	1,6 kg	
		$200 < d_{lm,máx} \leq 250$	2,0 kg	
		$250 < d_{lm,máx} \leq 315$	2,5 kg	
		$315 < d_{lm,máx} \leq 1\ 200$	3,2 kg	
		Altura de caída del percutor para ^b :		
		$d_{lm,máx} \leq 110$	1 600 mm	
		$d_{lm,máx} > 110$	2 000 mm	
Resistencia al impacto a 0 °C ^a para $d_{lm,máx} > 1\ 200$	Véase el anexo K Ambos métodos	Altura de caída del percutor	2 000 mm	Anexo K
		Masa del percutor	3,2/5,0 kg	
Flexibilidad anular 30 ^b	Debe ser conforme al apartado 9.1.2	Deformación	30% de d_{em}	EN ISO 13968
		Longitud de la probeta	Como se especifica en la Norma EN ISO 9969	
		Posición de la probeta	Como se especifica en la Norma EN ISO 9969	
		Edad de la probeta	(21 ± 2) días	
Coefficiente de fluencia ^d	PVC-U: ≤ 2,5 en la extrapolación a 2 años PP y PE: ≤ 4 en la extrapolación a 2 años	Debe ser conforme a la Norma EN ISO 9967		EN ISO 9967
Resistencia a la tracción de la línea de soldadura ^c	Debe ser conforme al apartado 9.1.3	Velocidad del movimiento	15 mm/min	EN ISO 13262

a En los países donde se permita un ensayo de resistencia al impacto menos riguroso, puede aplicarse el anexo G en lugar del ensayo de impacto a 0 °C (para más detalles véase el prólogo nacional). En los países donde se requiera un ensayo de resistencia al impacto más riguroso, se aplica el anexo H además de realizar el ensayo de impacto a 0 °C (para más detalles véase el prólogo nacional).

b Cuando se realiza el ensayo de flexibilidad anular como BRT, es importante conocer la relación entre el resultado de este ensayo a corto plazo y el resultado del ensayo realizado como ensayo tipo a (21 ± 2) días. En los países donde se permita un ensayo de flexibilidad anular menos riguroso, puede aplicarse el anexo I en lugar del método indicado en esta tabla (para más detalles véase el prólogo nacional).

c Solo aplica a tubos helicoidales.

d No aplica a tubos mayores de DN/ID o DN/OD 1 200.

e Cuando se realiza el ensayo de flexibilidad anular como BRT, es importante conocer la relación entre el resultado de este ensayo a corto plazo y el resultado del ensayo realizado como ensayo tipo a (21 ± 2) días.

Tabla 53: Características mecánicas de los tubos.
Fuente: Tabla 14 de la norma UNE-EN 13476-3:2022.

3.20.1.9. Requisitos funcionales

En la siguiente tabla se indican los requisitos funcionales de los tubos de PVC-U.

Característica	Requisitos	Parámetros de ensayo		Métodos de ensayo
Estanquidad de las uniones con junta de estanquidad elastomérica		Temperatura	(23 ± 5) °C	ISO 13259, condición B
		Deformación del extremo macho	10%	
		Deformación de la embocadura	5%	
	Sin fuga	Presión de agua	0,05 bar	
	Sin fuga	Presión de agua	0,5 bar	
	≤ -0,27 bar	Presión de aire	-0,3 bar	
Estanquidad de las uniones con junta de estanquidad elastomérica		Temperatura	(23 ± 5) °C	ISO 13259, condición C
		Desviación de la unión para:		
		$d_e \leq 315$	2°	
		$315 < d_e \leq 630$	1,5°	
	$630 < d_e \leq 1\ 200$	1°		
	$d_e > 1\ 200$	0,5°		
	Sin fuga	Presión de agua	0,05 bar	
	Sin fuga	Presión de agua	0,5 bar	
	≤ -0,27 bar	Presión de aire	-0,3 bar	
Resistencia al ciclo combinado de temperatura y carga externa ^b	a	Para $d_{im} \leq 160$ mm: Debe ser conforme al método A de la Norma EN ISO 13260		Método A de la Norma EN ISO 13260 (agua caliente y fría)
		Para $d_{im} > 160$ mm: Debe ser conforme al método B de la Norma EN ISO 13260		Método B de la Norma EN ISO 13260 (agua caliente)
Ciclos de temperatura elevada ^c	Sin fuga	Debe ser conforme con la Norma EN ISO 13257		EN ISO 13257:2017, figura 2
Estanquidad al agua ^d *	Sin fuga	Presión de agua	0,5 bar	EN ISO 13254
		Duración	1 min	
Ensayo de tracción de las uniones soldadas o realizadas por fusión	Sin rotura en la unión	Fuerza mínima de tracción	Debe ser conforme a la tabla 15	EN ISO 13262 ^e
<p>a Se aplican los requisitos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - deformación vertical: ≤ 9% - desviación de la uniformidad de la superficie en la base: ≤ 3 mm - radio del fondo: ≥ 80% del original - apertura de la línea de soldadura: ≤ 20% del espesor de pared - estanquidad a 0,35 bar/15 min: No se permiten fugas. <p>b Solo para componentes conformes a esta norma con DN/OD ≤ 315 y DN/ID ≤ 300 y marcados con UD.</p> <p>c Solo para componentes conformes a esta norma con DN/OD ≤ 200 y DN/ID ≤ 180 y marcados con UD.</p> <p>d Solo para accesorios fabricados <i>in situ</i> fabricados a partir de más de una pieza. El componente de retención de la junta de estanquidad no se considera una pieza.</p> <p>e Este ensayo aplica a todas las construcciones de tubos y accesorios cuando se ensamblan mediante soldeo o fusión. Las probetas deben cortarse longitudinalmente en el área de fusión. La longitud de la probeta debe incluir la unión más una longitud suficiente en cada extremo para garantizar un agarre adecuado en la máquina de ensayo de tracción.</p> <p>* Si no es práctico realizar el ensayo con agua. Se ha de considerar el aire, tanto a presión positiva como negativa.</p>				

Tabla 54: Requisitos funcionales.

Fuente: Tabla 17 de la norma UNE-EN 13476-3:2022.

3.20.2. Control de calidad

El fabricante poseerá Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con las normas UNE-EN 13476-1: 2018, UNE-EN y UNE-EN 13476-3:2019+A1:2022 para cada tipo de tubería, fabricante y centro de fabricación, entendiéndose por tipo de tubería diámetro nominal y rigidez anular.

Además, los tubos de PVC de saneamiento cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas elastoméricas, lubricantes, aspecto, etc.

3.21. Tuberías de drenaje para los drenes de la balsa

3.21.1. Calidad de los materiales

Diseño:

Tubería de PVC-U ranurada, corrugada y circular de doble pared para drenaje, de interior liso y exterior corrugado, conforme la norma UNE 53994:2020.

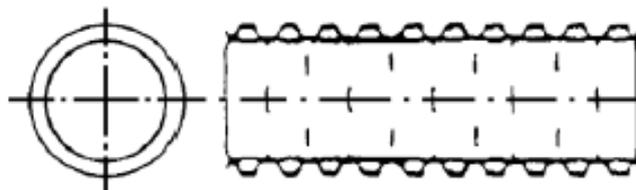


Ilustración 5: Tubo circular tipo C2. Pared exterior corrugada e interior lisa.
Fuente: Figura 2 de la norma UNE 53994:2017.

La unión de los tubos será por copa con junta elástica.

Aspecto:

Las superficies interna y externa de los tubos observados a simple vista deben estar limpias y sin defectos superficiales que perjudiquen su funcionamiento. Los extremos de los tubos deben tener un corte limpio y perpendicular a su eje longitudinal.

Dimensiones:

Las dimensiones de los tubos cumplirán lo indicado en la siguiente tabla.

DOCUMENTO Nº3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Diámetro nominal DN/OD		Diámetro nominal DN/ID		Diámetro interior medio mínimo $d_{im,min}$ (mm)
Sistema TP	Sistema DP	Sistema TP	Sistema DP	
50	50			37
63	63			47
75	75			60
80	80			68
90	90			70
100	100			86
110	110			88
125	125			101
140	140			114
160	160			133
200	200			167
250	250			209
		300	300	294
315	315			263
350	350			294
400	400			335
		400	400	392
465	465			392
500	500			418
		500	500	490
580	580			490
		600	600	588
630	630			527
700	700			588
800	800			669
		800	800	785
930	930			785
1000	1000			837
1200	1200			1005

Tabla 55: Dimensiones de los tubos circulares tipo C2.
Fuente: Tabla 3 de la norma UNE 53994:2017.

La longitud de los tubos será de 6 m.

Diámetro del enrollado:

Cuando los tubos se suministran en rollo, el diámetro mínimo del enrollado será mayor de 5xDN.

Características:

Los tubos cumplirán las siguientes especificaciones:

- Resistencia al impacto: porcentaje real de roturas (TIR) $\leq 10\%$.
- Rigidez anular (RCE) $\geq 4 \text{ kN/m}^2$ (SN4).
- Fluencia $\leq 2,7$.
- Ranurado estándar a 220° . Ranuras en el valle del corrugado. Ranuras alternas en valles consecutivos.
- Superficie filtrante media:
 - o $\text{Ø}160 \geq 62,4 \text{ cm}^2/\text{ml}$

Marcado:

Cada tubo en forma de barra o rollo, debe marcarse de forma clara e indeleble al menos una vez cada 2m, incluyendo como mínimo lo indicado a continuación:

- Nombre del fabricante y/o marca comercial.
- Material.
- Diámetro nominal.
- Referencia a la norma de fabricación.
- Fecha de fabricación o lote.

3.21.2. Control de calidad

El fabricante aportará informe de ensayo y/o documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el presente pliego.

Los tubos de PVC de drenaje cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas elastoméricas, lubricantes, aspecto, etc.

3.22. Tuberías y piezas especiales de PRFV

Los tubos de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) cumplirán la norma UNE-EN 23856:2022 y la Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del CEDEX del 2017.

3.22.1. Calidad de los materiales:

3.22.1.1. Diseño:

La tubería de PRFV será en su totalidad de nueva fabricación, fabricada mediante el sistema de enrollamiento helicoidal o “filament winding” y de la serie de diámetro B1.

3.22.1.2. *Materiales*

A) Fibra de vidrio:

El proceso de fabricación de refuerzos de fibra de vidrio empieza con las materias primas, que son básicamente de naturaleza mineral. Estos minerales se mezclan en base a la fórmula del vidrio. Los tres componentes principales utilizados para hacer el vidrio son el dióxido de silicio (SiO_2), óxido de calcio (CaO) y óxido de aluminio (Al_2O_3). La resistencia mecánica de la tubería de fibra de vidrio depende de la cantidad, tipo y disposición de refuerzo de fibra de vidrio.

La resistencia se incrementa proporcionalmente con la cantidad de refuerzo de fibra de vidrio. La cantidad de las fibras de vidrio (y la dirección en la que las hebras se colocan) determina la resistencia de la pared estructural de la tubería en los dos sentidos (circunferencial y longitudinal).

La fibra de vidrio empleada en la fabricación de las tuberías de PRFV podrá ser de los siguientes tipos, conforme a lo especificado en la norma UNE-EN ISO 2078:

- E
- ECR
- R
- C

La fibra de los tipos C y ECR se emplearán principalmente en las capas de superficie para reforzar laminados resistentes a productos químicos altamente corrosivos, aunque también se podrán utilizar en las capas estructurales.

Las fibras de vidrio deberán llevar un tratamiento de superficie especial, o ensimaje, para garantizar una adecuada adherencia con la resina de poliéster. El ensimaje debe de ser de naturaleza silánica, nunca con base de cromo.

La fibra de vidrio podrá emplearse en distintos formatos, en concreto los siguientes:

- Hilo continuo.
- Hilo cortado.
- Mantas de hilo tejido o cosido.
- Mantas de hilo cortado.
- Velos de superficie.

Cuando la fibra se presente en formato de velos de superficie, la fibra deberá ser del tipo C o ECR, no siendo admisibles las fibras de base celulósica o sintéticas.

En cualquier caso, las fibras empleadas deberán ser homologadas con un ensayo a largo plazo reducido (RLTT) de presión a 2.000 horas, según la norma UNE-CENT/TS 14632 EX.

Las características técnicas de la fibra de vidrio deberán ser conformes a lo especificado en la siguiente tabla:

TIPO FIBRA	ENSIMAJE (% en peso) (ISO 1887)	% HUMEDAD (ISO 3344)	GRAMAJE ISO 1889 (tex) ISO 3374 (gr/m ²)
Hilo continuo o cortado	0.2 - 1.1	≤ 0.2	Nominal ± 9%
Mantas de hilo tejido o cosido	2,5 - 4,5	≤ 0,2	Nominal ± 9%
Mantas de hilo cortado	0.6 - 1.7	≤ 0.2	Nominal ± 9%

Formas y aplicación de la fibra de vidrio: Para la fabricación de tuberías, juntas y accesorios de PRFV se utilizarán las fibras de vidrio con los siguientes formatos:

- **Hilo continuo:** Se suministra en bobinas cilíndricas de hilos trenzados para su posterior procesamiento. El hilo continuo proporciona alta resistencia para la fabricación de tuberías y juntas, y se utiliza tanto para fabricación de tubería por enrollamiento en continuo como helicoidal.
- **Hilo cortado:** Se suministra en bobinas cilíndricas de hilos trenzados para su posterior cortado y procesamiento. El hilo cortado proporciona alta resistencia en todas las direcciones, debido a su aplicación multidireccional, y se emplea para la fabricación de tuberías y juntas. Se aplica principalmente en las capas estructurales para la fabricación de tubería por enrollamiento continuo o centrifugación. También se utiliza para reforzar el liner en todos los sistemas de fabricación.
- **Mantas de hilo tejido o cosido:** Consisten en un tejido formado a partir de hilo continuo. Está disponible en diferentes anchuras, espesores y pesos. Éstas se utilizan principalmente para realizar uniones químicas manuales rectas o accesorios de PRFV.
- **Mantas de hilo cortado:** Consisten en mantas fabricadas a partir de hilos cortados unidos con aglutinantes resinosos. Estas mantas se presentan en dos formatos distintos, con hilo cortado y combinadas con mantas de hilo tejido o cosido. Estas mantas proporcionan un buen acabado final. Éstas se utilizan principalmente para realizar uniones químicas manuales rectas o accesorios de PRFV.
- **Velos de superficie:** Consisten en una fina y ligera manta fabricada en base a hilos cortados unidos con aglutinantes resinosos. Los velos de superficie solo se utilizan para la fabricación de tubería mediante proceso por enrollamiento helicoidal o continuo y en partes realizadas por laminación manual.

Los refuerzos de fibra de vidrio a utilizar, en los elementos objeto de la presente oferta, serán fibras de vidrio cortadas y de hilo continuo, incluyéndose en la estructura de los tubos los dos tipos de fibras.

B) Resinas:

Las resinas que se empleen en la fabricación de los tubos de PRFV deberán ser homologadas con un ensayo a largo plazo reducido (RLTT) de presión a 2.000 horas, según la norma UNE-CENT/TS 14632 EX.

Adicionalmente las resinas utilizadas para el liner deberán ser homologadas con un ensayo a largo plazo reducido (RLTT) de resistencia a la corrosión a 2.000 horas, según la norma UNE-CENT/TS 14632 EX.

La resina utilizada en la capa estructural será de poliéster o viniléster termoestable insaturado.

Absorción de agua a largo plazo:

No se emplearán resinas que presenten una absorción de agua a largo plazo, es decir en saturación, superior al indicado en el apartado A.3 de la Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del CEDEX.

Alargamiento en rotura:

Las resinas a emplear deberán presentar un alargamiento en rotura de al menos el 3%. Para su determinación se deberá emplear la metodología indicada en la UN-EN ISO 527-2.

Temperatura de Deflexión Bajo Carga:

Todas las resinas empleadas en la fabricación de las tuberías de PRFV, a excepción de las correspondientes al liner de los tubos fabricados por centrifugación, deben presentar una temperatura de deflexión bajo carga (HDT) de al menos 70°C, obtenido conforme el método A de la norma UNE-EN ISO 75-2.

Las resinas del liner de los tubos fabricados por centrifugación deben presentar una temperatura de transición vítrea (Tg) de al menos 35°C, determinada según ISO 11357-2.

C) Cargas inertes:

La carga inerte más utilizada es la arena de sílice. La utilización de otras cargas inertes, sólo será posible en la capa estructural del tubo, no permitiéndose su uso en la capa protectora externa ni en el liner interior. Además, la utilización del total de cargas inertes distintas a la arena de sílice, no será en ningún caso superior al 25% en peso.

El fabricante especificará los porcentajes de cada material y el tamaño de las partículas de las cargas inertes. En el caso de la arena, el tamaño de partícula máximo no debe ser superior a 1,2 mm, y respecto al mínimo, el porcentaje de finos que pasan por el tamiz 0,063 mm no debe ser superior al 0,1%.

El tamaño de las cargas inertes no será superior a 1/5 del espesor total de la pared del tubo o del accesorio o 2,5 mm, el que sea menor.

D) Velos sintéticos:

Los velos sintéticos son similares a los velos de superficie pero fabricados con fibras sintéticas. Podrán ser exclusivamente de fibras sintéticas o de una combinación de fibras sintéticas y fibras de vidrio.

Las características técnicas de los velos sintéticos a emplear en la fabricación de las tuberías de PRFV deberán ser conformes a lo indicado en la siguiente tabla:

Propiedad	Especificación
Peso	25 – 35 g/m ²
Material de la fibras	Fibras sintéticas y/o Fibra de vidrio ECR
Ensamaje de las fibras	Compatible con la resina de poliéster
Resistencia a tracción	≥ 50 N/(50 mm)

Los velos sintéticos sólo se podrán utilizar en la capa interior (liner) de la tubería y únicamente si se demuestra una ventaja tanto química como mecánica frente a los velos de fibra tradicionales.

E) Elastómeros:

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Los materiales elastoméricos de las juntas de estanquidad deben ser de calidad EPDM y conforme con los requisitos de la Norma UNE-EN 681-1/A1/A2/A3.

El adjudicatario indicará para cada tipo de tubería, entendiéndose por tipo de tubería, diámetro nominal, presión nominal y rigidez nominal, la clase de dureza de las juntas a emplear conforme la norma UNE-EN 681-1/A1/A2/A3, no pudiéndose emplear para un mismo tipo de tubería varias clases de dureza.

El adjudicatario aportará Declaración CE de prestaciones de las juntas elastoméricas ofertadas.

Las juntas cumplirán las especificaciones que se indican a continuación:

Ensayo	Apartado en UNE-EN 681-1	Método	Unidad	Especificación
Dureza	4.2.3	ISO 7619-1 (UNE-ISO 48)	Shore A	(*)
Resistencia a la tracción	4.2.4	ISO 37	MPa	9 mín.
Alargamiento a rotura	4.2.4	ISO 37	%	(*)
Deformación permanente por compresión 23 °C durante 72 horas	4.2.5.2	ISO 815-1	%	(*)
Deformación permanente por compresión 70 °C durante 24 horas	4.2.5.2	ISO 815-1	%	20 máx.
Deformación permanente por compresión -10 °C durante 72 horas	4.2.5.3	ISO 815-2	%	(*)
Envejecimiento. Cambio de la dureza 70 °C durante 7 días	4.2.6	ISO 188/ISO 7619-1	%	-5/+8 máx.

Ensayo	Apartado en UNE-EN 681-1	Método	Unidad	Especificación
Envejecimiento. Cambio de la resistencia a la tracción 70 °C durante 7 días	4.2.6	ISO 188/ISO 37	%	-20 máx.
Envejecimiento. Cambio del alargamiento a rotura 70 °C durante 7 días	4.2.6	ISO 188/ISO 37	%	(*)
Relajación de esfuerzos 23 °C durante 7 días	4.2.7	ISO 3384-1	%	(*)
Relajación de esfuerzos 23 °C durante 100 días	4.2.7	ISO 3384-1	%	(*)
Relajación de esfuerzos por década logarítmica.	4.2.7	ISO 3384-1	%	(*)
Cambio de volumen en agua durante 7 días a 70 °C	4.2.8	ISO 1817	%	+8/-1 máx.
Resistencia al ozono	4.2.9	ISO 1431-1	-	Libre de fisuras

(*) Según clase de dureza escogido por cada fabricante

F) Lubricante:

El lubricante que se emplee en las operaciones de unión de los tubos con junta elástica no deberá ser agresivo, ni para el material del tubo, ni para el anillo elastomérico. Las juntas con el lubricante cumplirán los ensayos de envejecimiento indicados en la norma UNE-EN 681-1 en vigor.

3.22.1.3. Fabricación de los tubos, piezas especiales y manguitos de prfv

Los tubos de PRFV se clasificarán según el diámetro nominal (DN), rigidez nominal (SN), presión nominal (PN) serie de fabricación (B1) y el tipo de unión (uniones flexibles).

Conjuntamente con el DN se tiene que definir la SERIE de fabricación; sólo se aceptarán los tubos fabricados con SERIE B1.

La longitud de los tubos será de 6 o 12 metros. El tipo de unión de los tubos será mediante manguitos. Los manguitos cumplirán las mismas especificaciones de timbraje y rigidez que los tubos de PRFV.

Los manguitos cumplirán las mismas especificaciones que los tubos de PRFV a excepción de lo siguiente:

- El diámetro exterior de los manguitos no cumplirá las especificaciones del diámetro exterior de los tubos de PRFV. El diámetro interior de los manguitos cumplirá las especificaciones del diámetro exterior de los tubos de PRFV de la serie B1..
- Los manguitos no llevarán en su estructura interna la red de sujeción especificada en el presente pliego.
- Los manguitos deberán tener la siguiente longitud mínima en función del DN:

$300 \leq DN \leq 700$	$L_{\min} = 250 \text{ mm}$
$800 \leq DN \leq 2.000$	$L_{\min} = 300 \text{ mm}$
$2.200 \leq DN$	$L_{\min} = 330 \text{ mm}$

Tubos de ajuste:

Los tubos de ajuste cumplirán todo lo especificado en el presente pliego para las tuberías de PRFV. Cumplirán que a lo largo de toda su longitud el diámetro exterior será conforme a las SERIES B1, según la tabla 5 de la Norma UNE-EN ISO 23856:2022.

Para identificarlos se diferenciarán del resto mediante dos marcos longitudinales indelebles, fácilmente distinguibles a simple vista, ubicados diametralmente opuestos en la parte exterior del tubo y que se prolongarán a lo largo de toda la longitud del mismo.

Al menos el 15% de los tubos suministrados serán tubos de ajuste.

Carretes de PRFV:

Los carretes de PRFV cumplirán todo lo especificado en el presente pliego para las tuberías de PRFV.

Sellado de los extremos:

Todos los tubos y piezas especiales de PRFV saldrán de fábrica con los extremos (cantos) sellados. También se sellarán los cantos “in situ” después de hacer cortes en obra.

En ambos casos se empleará resina con adición de un colorante, que permita comprobar fácilmente que el sellado se ha realizado, y se aplicará de manera que se asegure un buen sellado. El colorante empleado será tal que aporte un color gris verdoso para el caso de los sellados realizados en fábrica y un color negro para los realizados en obra.

Se empleará un tipo de resina que polimerice de forma relativamente rápida, por ejemplo, poliuretano de baja absorción de agua.

En todos los casos los sellados realizados en fábrica serán transparentes, de forma tal que permita visualizar la composición y estructura del tubo en la totalidad del canto.

Fabricación: piezas especiales de PRFV

Las piezas especiales de PRFV podrán ser moldeadas o fabricadas con tubos de PRFV, en ambos casos cumplirán todo lo especificado en la norma UNE-EN 23856 y con los ensayos de validación de la norma ISO 18851. Las piezas especiales se clasificarán según el diámetro nominal, serie, rigidez nominal, presión nominal y el tipo de unión.

El diámetro nominal, presión nominal y rigidez de las piezas especiales de PRFV será la especificada de forma análoga a la empleada para la caracterización del tubo.

El tipo de unión de las piezas especiales será en todos los casos del tipo manguito-pieza-manguito.

En el caso de fabricarse las piezas especiales con tubos de PRFV, éstos cumplirán todo lo especificado en el presente pliego para tuberías de PRFV.

Para el caso de piezas de derivación (TEs) se reforzarán con cartelas, en un número de al menos cuatro (separadas 90 grados).

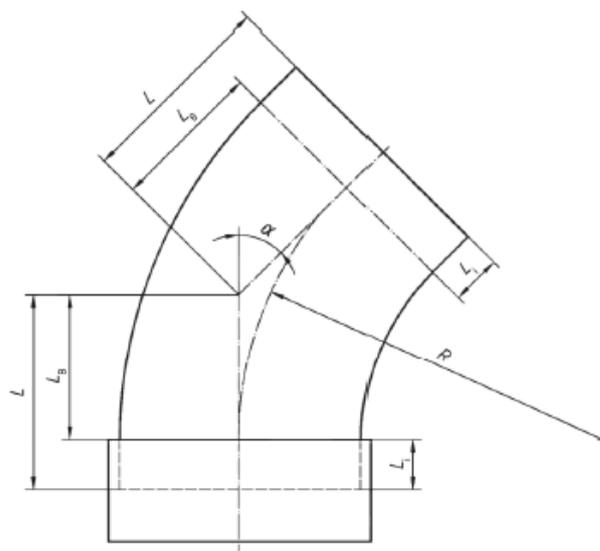
Los manguitos de las piezas especiales cumplirán las especificaciones definidas en el presente pliego para las tuberías de PRFV, excepto en sus características geométricas.

Todas las reducciones estarán chorreadas con arena exteriormente, para mejorar la adherencia en el hormigonado.

Las partes laminadas de las piezas especiales, deberán tener un acabado con resina “top coat” transparente, dejando visible el laminado inferior, de forma tal que permita la visualización de posibles defectos en el laminado, como burbujas, deslaminaciones u otros defectos en el acabado.

Codos:

Los codos de PRFV podrán ser moldeados o miterados.

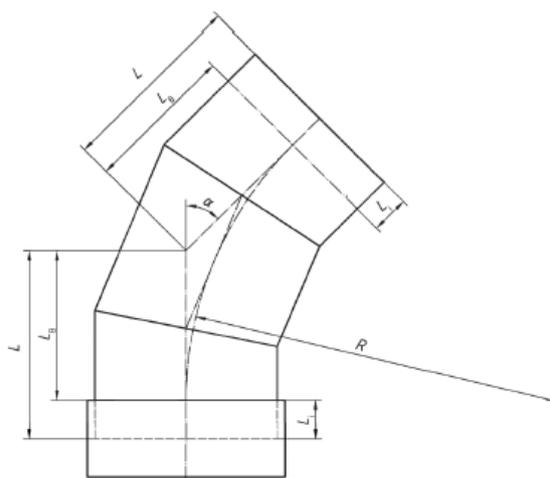


Leyenda

- L_B Longitud del cuerpo
- L Longitud efectiva
- L_I Profundidad de inserción
- α Ángulo del accesorio
- R Radio de curvatura

Ilustración 6: Codo típico moldeado

Fuente: Figura 3 de la norma UNE-EN ISO 23856:2022.



Leyenda

- L_B Longitud del cuerpo
- L Longitud efectiva
- L_I Profundidad de inserción
- α Ángulo del accesorio
- R Radio de curvatura

Ilustración 7: Codo típico miterado.

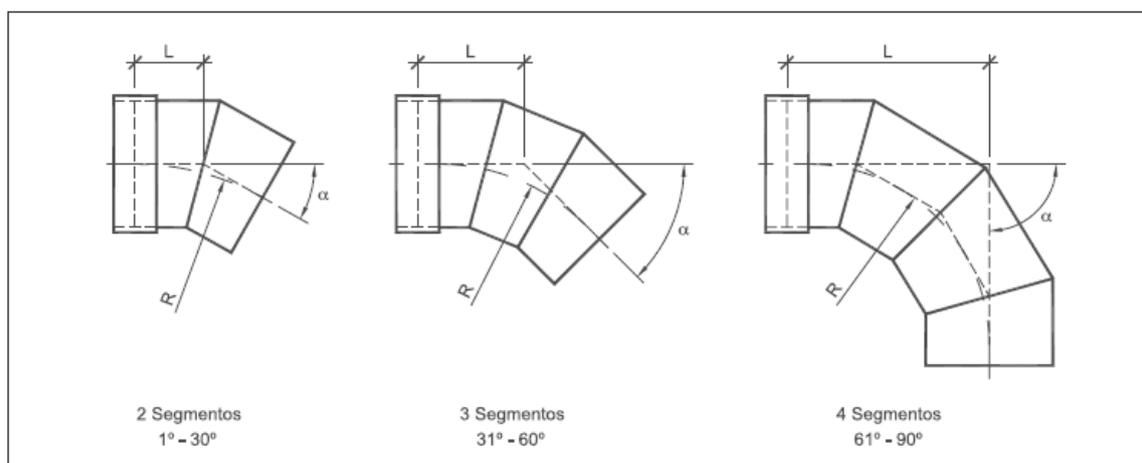
Fuente: Figura 4 de la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

El ángulo de ajuste (α) es la variación angular en la dirección del eje del codo, dicha variación no debe ser superior a $\alpha + 0,5^\circ$ si la unión es embreada o de $\alpha \pm 1^\circ$ para los demás tipos de unión.

Los valores preferentes para los ángulos de ajuste de los codos son $11,25^\circ$, 15° , $22,5^\circ$, 30° , 45° , 60° y 90° .

Los codos miterados no deben ofrecer más de 30° de variación entre cada segmento del codo. La base de cada segmento debe tener suficiente longitud adyacente a cada unión para permitir la instalación del refuerzo externo

necesario. Por lo tanto, el número de segmentos vendrá determinado por el ángulo de fabricación, siendo este el rango de fabricación recomendado:



El radio de curvatura de los codos (R) no debe ser inferior que el diámetro nominal (DN) del tubo al que se va a conectar el sistema de canalización.

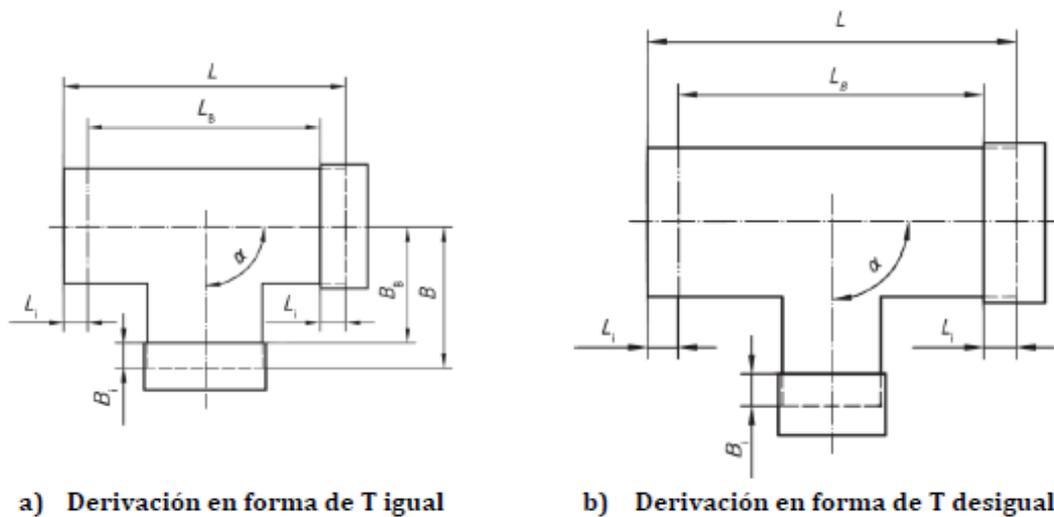
El radio de curvatura típico es de 1.5 veces el DN del tubo.

La tolerancia de la longitud efectiva (L) para los codos moldeados será de $L \pm 25$ mm, y para los codos miterados de $L \pm 15 \times$ el número de ingletes del codo (mm).

Piezas en Te:

Las piezas en Te de PRFV para conexión de derivación, hidrantes, ventosas, desagües, etc. tendrán una longitud del cuerpo (L_b) mínima igual a la longitud efectiva del tubo principal menos dos veces la profundidad de inserción del extremo macho del tubo principal (L_i) y como mínimo de 1 m y la longitud de desviación del ramal (B_B) será como mínimo del 50% de la longitud del cuerpo (L_B) y como mínimo de 0.3 m. Estarán diseñadas para aguantar el máximo esfuerzo derivado de la aplicación de la PN sobre la sección de la derivación en sentido axial.

Las piezas especiales tipo T se fabricarán con salidas a 90° ($\alpha=90^\circ$), la máxima tolerancia angular permitida será de $\alpha \pm 0,5^\circ$ si la unión es embridada y de $\alpha \pm 1^\circ$ para los demás tipos de unión. No se aceptará el suministro en obra de piezas tipo T con salidas en ángulos diferentes a 90° . En el caso de ser necesario un ángulo diferente, la salida será de 90° y a continuación se colocará un codo de PRFV con el ángulo necesario, unido adecuadamente con el resto de la pieza.



Leyenda

- α Ángulo de ajuste
- B Longitud efectiva del ramal
- B_B Longitud de desviación del ramal
- B_1 Profundidad de inserción del extremo macho del ramal
- L Longitud efectiva del tubo principal
- L_B Longitud del cuerpo del tubo principal
- L_1 Profundidad de inserción del extremo macho del tubo principal

Ilustración 8: Tipos de derivaciones en forma de T.
Fuente: Apartado 6.3.2.2. de la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

Las piezas especiales tipo T de ventosa tendrán la salida embreada como mínimo del mismo diámetro que la salida de la propia ventosa.

Las tolerancias en la longitud de la desviación (B_B y B) y en la longitud del cuerpo (L y L_B) para las derivaciones embreadas serán las indicadas a continuación, para las derivaciones con uniones flexibles serán de ± 25 mm o de $\pm 1\%$ de la longitud efectiva, la que sea mayor:

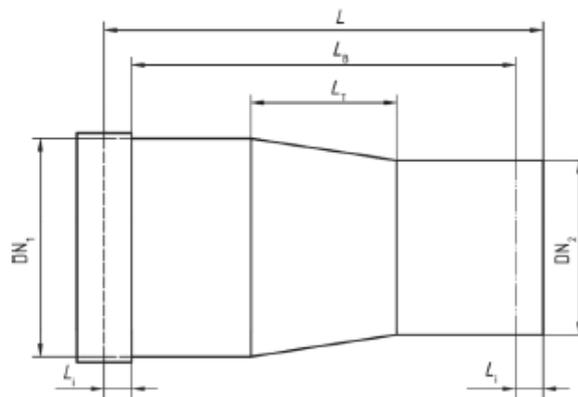
Dimensión nominal DN mm	Tolerancias límites en las longitudes declaradas mm
$100 \leq [DN] < 100$	$\pm 1,5$
$300 \leq [DN] < 600$	$\pm 2,5$
$600 \leq [DN] < 1\ 000$	$\pm 4,0$

Ilustración 9: Tolerancia en las longitudes de las derivaciones embreadas.
Fuente: Tabla 17 de la norma UNE-EN ISO 23856: 2022.

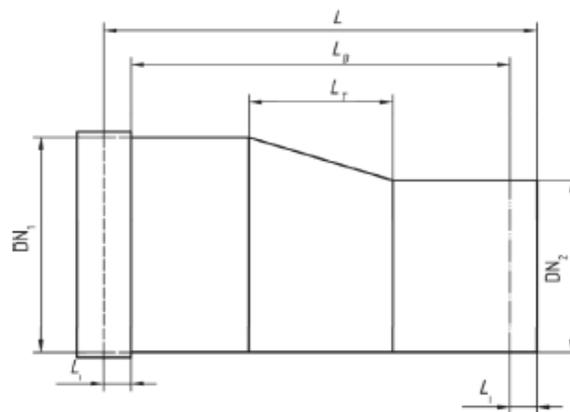
Reducciones:

Las reducciones podrán ser moldeadas o miteradas.

La longitud de la sección cónica (L_T) no deberá ser inferior a $1,5 (DN_1 - DN_2)$, expresada en mm.



a) Reducción concéntrica



b) Reducción excéntrica

Leyenda

- L Longitud efectiva
- L_B Longitud del cuerpo
- L_T Longitud de la sección cónica
- L_i Profundidad de inserción del extremo macho
- DN_1 Dimensión nominal mayor
- DN_2 Dimensión nominal menor

Ilustración 10: Reducciones concéntricas y excéntricas.
Fuente: Figura 6 de la norma UNE-EN ISO 23856:2022

Las tolerancias en la longitud efectiva (L) para las reducciones embridadas serán las indicadas a continuación, para las derivaciones con uniones flexibles serán de $L +50$ mm o de $L+1\%$ de la longitud efectiva, la que sea mayor:

Dimensión nominal DN mm	Tolerancias límites en las longitudes declaradas mm
$100 \leq [DN] < 100$	$\pm 1,5$
$300 \leq [DN] < 600$	$\pm 2,5$
$600 \leq [DN] < 1\ 000$	$\pm 4,0$

Ilustración 11: Tolerancia en las longitudes de las derivaciones embridadas.
Fuente: Tabla 17 de la norma UNE-EN ISO 23856: 2022.

Características mecánicas del laminado de la sección cónica:

Para verificar las propiedades del laminado utilizado en la sección cónica, se confeccionarán paneles utilizando los mismos materiales y la misma estructura que los utilizados en la sección cónica de la reducción.

Las probetas tomadas de los paneles se ensayarán conforme la norma ISO 527-4 o ISO 527-5 y tendrán una resistencia inicial a tracción circunferencial σ_v de al menos 80 N/mm².

Laminados de las piezas especiales:

Los injertos de PRFV en codos, reducciones tes, tendrán tanto vertical como horizontalmente una longitud efectiva de 0.5 m a 1 m.

Las piezas especiales se fabricarán mediante laminados superpuestos sobre moldes y presentarán una superficie óptima para la adherencia en el hormigonado.

Las piezas especiales se laminarán, tanto interior como exteriormente. Sólo para DN<600 se podrá laminar sólo exteriormente.

Las piezas especiales se fabricarán en todos los casos a partir de tubos de PRFV que cumplan lo especificado en el presente pliego para tuberías de PRFV.

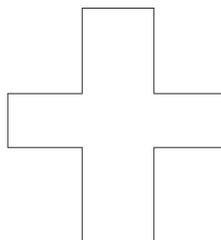
Diseño de las piezas especiales de PRFV:

A continuación, se detalla por tipo de pieza especial la norma de validación a seguir:

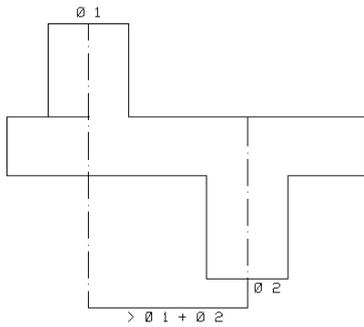
TIPO DE ACCESORIO	NORMA DE VALIDACIÓN
Codo	ISO 8533 / ISO 18851
Derivación	ISO 18851
Reductor	ISO 18851
Conexión embridada	ISO 8483 / ISO 18851

A la hora de diseñar cualquier pieza especial, se tendrán que tener en cuenta los correspondientes esfuerzos axiales a resistir, inducidos por el efecto de la presión interior, al tapar o cerrar la derivación.

Las piezas especiales tipo cruz, no se fabricarán con las salidas enfrentadas, es decir, no podrán ser de la forma que se indica en el siguiente esquema:

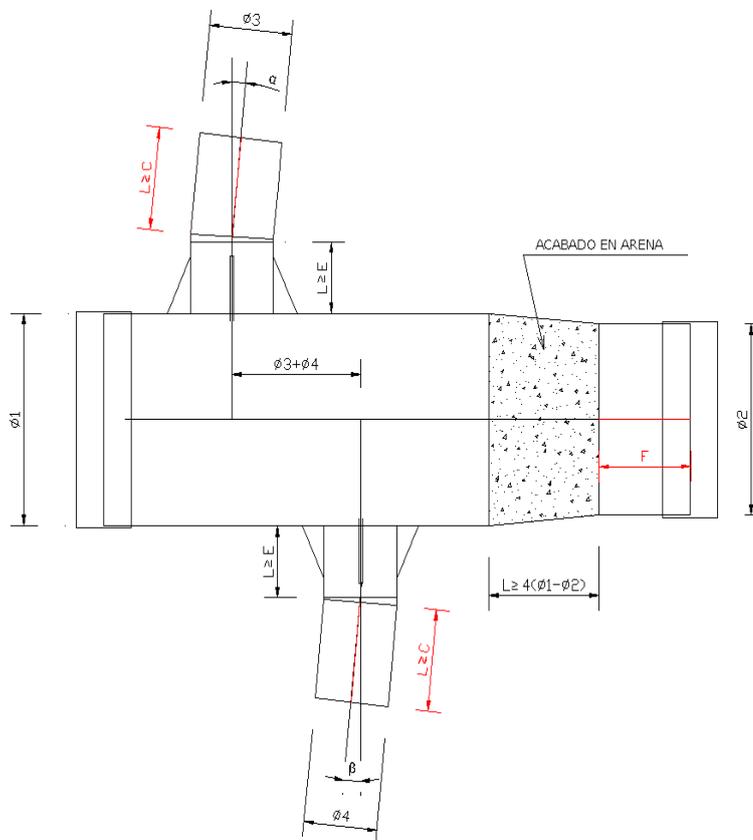


Las piezas especiales tipo cruz se fabricarán como se indica en el siguiente esquema, y la distancia entre los ejes de las dos salidas verticales será como mínimo la suma del $\varnothing 1$ más el $\varnothing 2$.



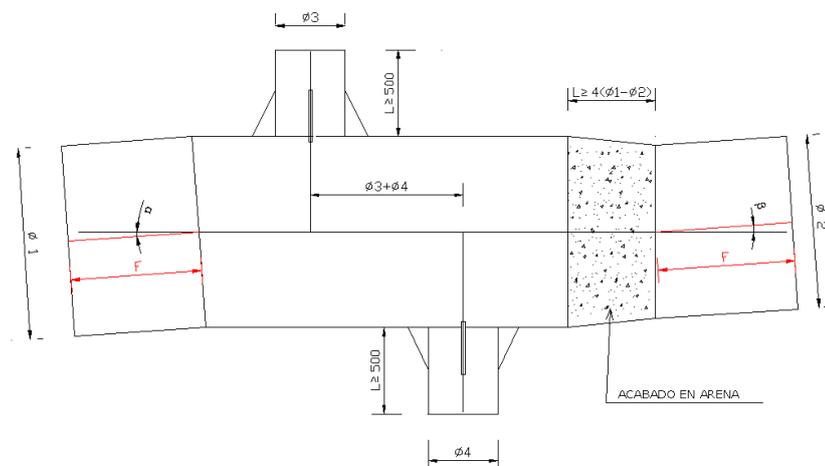
Las piezas especiales tipo cruz, con o sin reducción, y derivaciones más codos serán como se indican en los siguientes esquemas:

DIMENSIONES PIEZAS CON DERIVACIONES RECTAS MÁS CODOS



\varnothing (mm)	C (mm)	E (mm)
2200	1350	500
2000	1350	500
1800	1350	500
1600	1350	500
1400	1350	500
1200	1000	500
1000	800	500
900	700	500
800	600	500
700	600	300
600	500	300
500	500	300
450	500	300
400	450	300

DIMENSIONES PIEZA CON DERIVACIONES RECTAS



Ø (mm)	F (mm)
2200	1350
2000	1350
1800	1350
1600	1350
1400	1350
1200	1000
1000	1000
900	1000
800	1000
700	700
600	700
500	600
450	600
400	600

Injertos.

Los injertos se realizarán con resinas y fibras que cumplan lo especificado en la norma ISO 23856:2022.

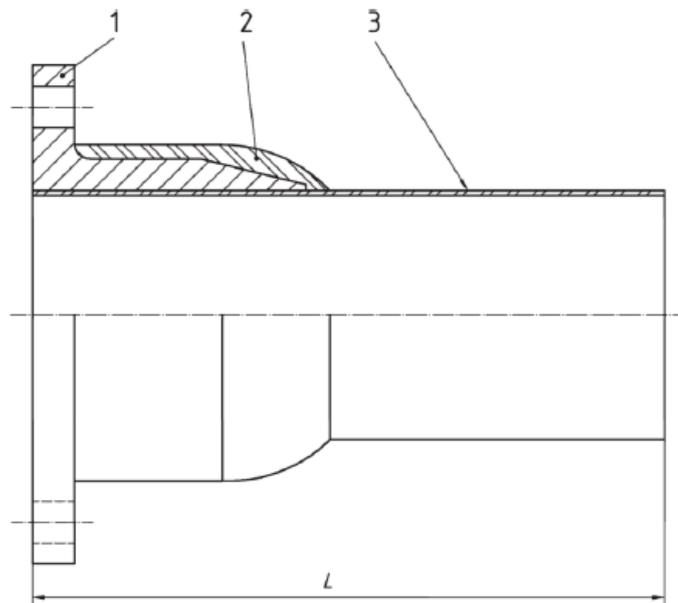
Bridas.

En aquellas piezas especiales que presenten bridas, el anillo de la brida y el cuello de la misma serán fabricados por molde, de una sola vez, como una única pieza. Las bridas cumplirán las especificaciones definidas en la norma UNE-EN ISO 23856:2022, así como las especificadas en la norma UNE-EN 1092-1:2019.

Serán rechazadas todas las piezas especiales cuyas bridas se hayan fabricado mediante la unión del anillo de la brida y el cuello de la misma

Las bridas se deben de designar en función de los siguientes puntos:

- Diámetro nominal DN
- Serie de diámetros: A, B1 o B2.
- Presión nominal PN
- Resistencia o no al esfuerzo axial.
- Sistema de estanqueidad de la junta, es decir, cara plana, cara con resalte, junta tórica con ranura.
- Taladro de la brida:
 - o Norma de la brida, si procede.
 - o Circunferencia de los taladros de los tornillos.
 - o Número de taladros.
 - o Diámetro de los taladros.
 - o Especificación del tamaño de los tornillos.
 - o Diámetro de la arandela.
- Tipo de brida:
 - o Fabricada sobre segmento de tubo.
 - o Bridas locas de acero inoxidable.
 - o Brida de anillo encolado.



Leyenda

- 1 Brida
- 2 Refuerzo de PRFV (si procede)
- 3 Extremo macho
- 4 Longitud de la conexión

Ilustración 12: Conexión embreada.

Fuente: Figura 8 de la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

La desviación máxima permitida en la longitud L, es de $L \pm 25$ mm.

LONGITUDES MÍNIMAS DE LAS PIEZAS ESPECIALES DE PRFV:

Las longitudes mínimas de las piezas especiales serán las que se indican en las siguientes tablas, se rechazarán todas las piezas especiales que no cumplan con estas dimensiones mínimas. Se justificará documentalmente que las piezas ofertadas cumplen con los requerimientos y dimensiones detallados en el Pliego. Si las dimensiones solicitadas aquí son diferentes (superiores) a las habituales de las piezas estándar de catálogo del fabricante, no se admitirán los catálogos como documento justificativo de las mismas.

Longitudes mínimas de Tes y Cruces.

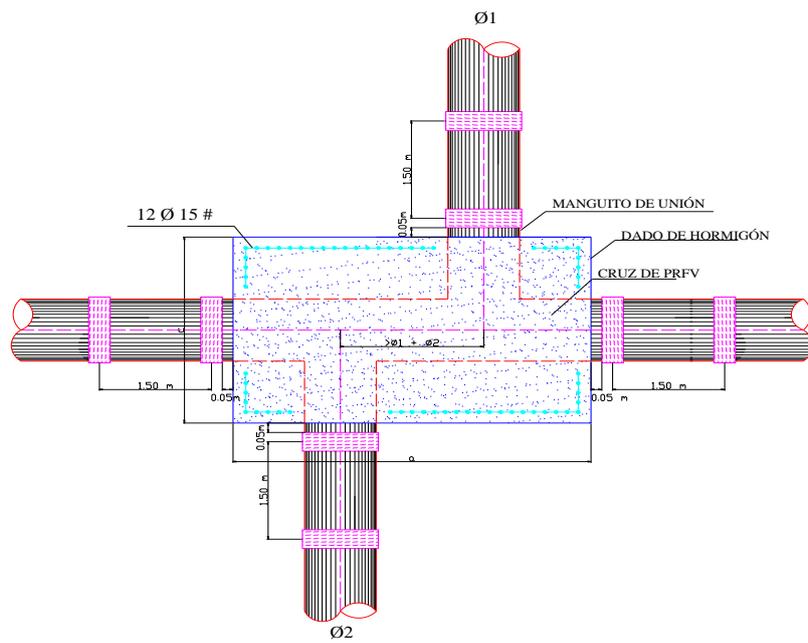
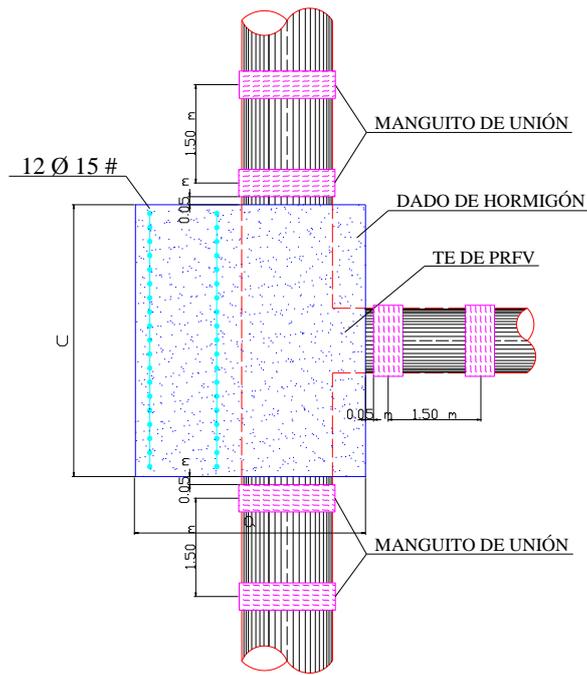
A todas las longitudes mínimas (c) hay que añadirle 10 cm para el correcto alojamiento del elemento de unión correspondiente.

D1	D2	PT 6 atm c (m)	PT 10 atm c (m)	PT 16 atm c (m)
2200	2200	4,00	-----	-----
	2000	3,75	-----	-----
	1800	3,50	-----	-----
	1600	2,50	-----	-----
	1400	2,00	-----	-----
	1200	2,00	-----	-----
	1000	3,75	-----	-----
	900	3,75	-----	-----

D1	D2	PT 6 atm c (m)	PT 10 atm c (m)	PT 16 atm c (m)
1000	1000	2,00	2,25	4,00
	900	2,00	2,25	3,00
	800	2,00	2,25	3,00
	700	2,00	2,25	3,00
	600	2,00	2,25	2,00
	500	1,50	1,50	2,00
	450	1,50	1,50	2,00
	300	1,50	1,50	2,00

DOCUMENTO Nº3.- PLIEGO DE CONDICIONES

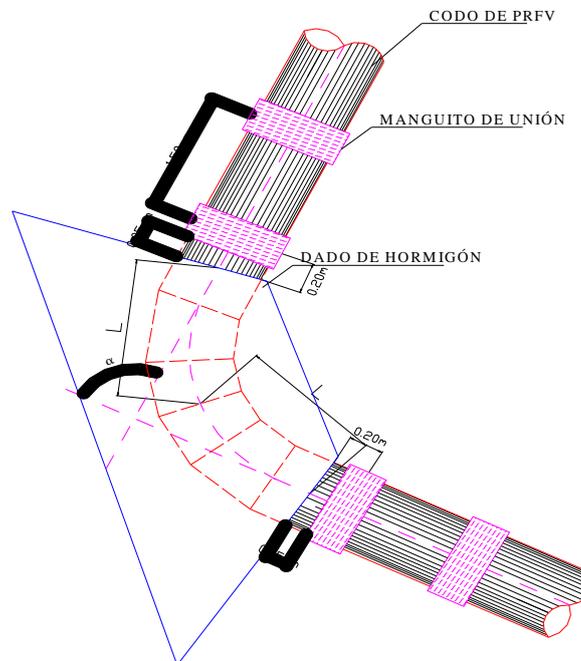
2000	2000	4,00	-----	-----	900	900	2,0	2,3	3,5
	1800	3,75	-----	-----		800	2,0	2,3	3,5
	1600	3,50	-----	-----		700	2,0	2,3	3,5
	1400	2,50	-----	-----		600	2,0	1,8	3,5
	1200	2,00	-----	-----		500	1,5	1,8	1,8
	1000	2,00	-----	-----		450	1,5	1,8	1,8
	900	3,75	-----	-----		400	1,5	1,8	1,8
1800	1800	3,75	-----	-----	300	1,5	1,8	1,8	
	1600	3,50	-----	-----	800	800	2,0	2,0	2,5
	1400	3,50	-----	-----		700	2,0	2,0	3,3
	1200	2,25	-----	-----		600	2,0	2,0	2,5
	1000	2,00	-----	-----		500	1,5	1,5	1,8
	900	2,00	-----	-----		450	1,5	1,5	1,8
	800	2,00	-----	-----		400	1,5	1,5	1,8
700	1,75	-----	-----	300		1,5	1,5	1,8	
1600	1600	3,50	6,00	10,00	700	700	1,8	2,0	3,5
	1400	3,50	6,00	8,00		600	1,8	2,0	3,5
	1200	2,00	6,00	5,50		500	1,5	1,5	1,8
	1000	2,00	2,50	5,50		450	1,5	1,5	1,8
	900	2,00	2,50	3,75		400	1,5	1,5	1,8
	800	2,00	2,50	3,75		300	1,5	1,5	1,8
	700	1,75	1,75	2,00		250	1,5	1,5	1,8
	600	1,75	1,75	2,00	600	600	1,3	1,5	2,5
	500	1,75	1,75	2,00		500	1,3	1,5	2,5
	450	1,75	1,75	2,00		450	1,3	1,5	2,5
400	1,75	1,75	2,00	400	1,0	1,0	1,5		
1400	1400	3,00	4,50	7,75	300	1,0	1,0	1,5	
	1200	3,00	4,50	5,00	250	1,0	1,0	1,5	
	1000	2,00	2,50	4,00	500	500	1,0	1,0	2,0
	900	2,00	2,50	4,00		450	1,0	1,0	2,0
	800	2,00	2,50	4,00		400	1,0	1,0	2,0
	700	1,75	1,75	2,00		300	1,25	1,25	1,25
	600	1,75	1,75	2,00		250	1,0	1,0	1,0
	500	1,75	1,75	2,00		200	1,0	1,0	1,0
	450	1,75	1,75	2,00		450	450	1,0	1,0
	400	1,75	1,75	2,00	400		1,0	1,0	1,8
1200	1200	2,00	3,00	5,75	300		1,25	1,25	1,25
	1000	2,00	3,00	4,00	250		1,0	1,0	1,0
	900	2,00	3,00	3,50	200	1,0	1,0	1,0	
	800	2,00	1,75	3,50	400	400	1,0	1,0	1,8
	700	2,00	1,75	3,50		300	1,25	1,25	1,25
	600	1,50	1,75	1,75		250	1,0	1,0	1,0
	500	1,50	1,75	1,75		200	1,0	1,0	1,0
	450	1,50	1,75	1,75	300	300	1,25	1,25	1,25
	400	1,50	1,75	1,75		250	1,0	1,0	1,0
						200	1,0	1,0	1,0



Longitudes mínimas de los codos:

A todas las longitudes mínimas (L) hay que añadirle 10 cm para el correcto alojamiento del elemento de unión correspondiente.

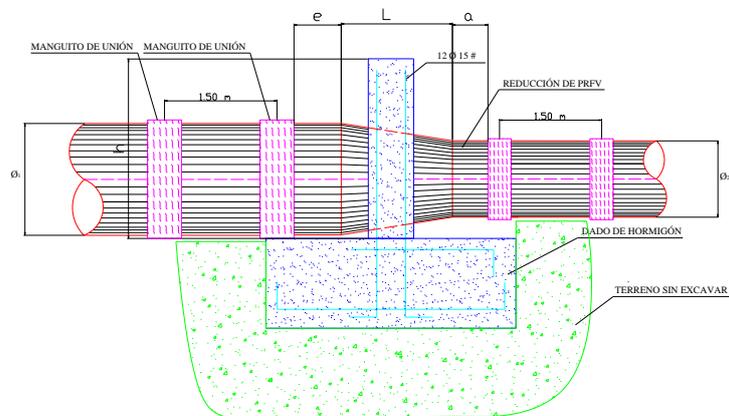
Ángulo ext.	135°	90°	45°
D1	L (m)	L (m)	L (m)
2200	1,35	1,35	1,35
2000	1,35	1,35	1,35
1800	1,35	1,35	1,35
1400	1,35	1,35	1,35
1200	1,35	1,35	1,35
1000	1,35	1,35	1,35
900	1,35	1,35	1,35
800	1,35	1,35	1,35
700	1,35	1,35	1,35
600	0,9	0,9	0,7
500	0,75	0,75	0,7
450	0,75	0,75	0,7
400	0,7	0,7	0,7
300	0,7	0,7	0,7
250	0,7	0,7	0,7
200	0,7	0,7	0,7
160	0,7	0,7	0,7
125	0,7	0,7	0,7



Longitudes mínimas de las reducciones:

$$L \geq 4(\phi_1 - \phi_2)$$

ϕ_1 (mm)	ϕ_2 (mm)	e = a (mm)
500	400	400
500	450	400
600	400	400
600	450	400
600	500	400
700	450	400
700	500	400
700	600	400
800	600	400
800	700	400
900	700	400
900	800	400
1000	800	400
1000	900	400
1200	900	500
1200	1000	500
1400	1000	500
1400	1200	500
1600	1200	600
1600	1400	600
1800	1400	600
1800	1600	600
2000	1600	600
2000	1800	600
2400	2000	600
2400	2000	600



3.22.1.4. Características generales

Aspecto:

Tanto la superficie interior como la exterior de todos los tubos, piezas especiales y manguitos estarán libres de irregularidades que puedan afectar negativamente a la capacidad de los tubos y piezas especiales para cumplir los requisitos del presente pliego. Es decir, los tubos, en toda su longitud, no presentarán interior ni exteriormente ninguna de las siguientes irregularidades:

- Zonas resacas, resina insuficiente, resina no distribuida homogéneamente
- Golpes
- Deslaminados ni laminados
- Coqueras
- Burbujas, ni cúmulos de arena, fibra y/o resina de más de 2 cm de diámetro ni de más de 1 cm de altura.
- Fresados muy rebajados en los extremos
- Claridades (zonas sin arena)
- Zonas interiores levantadas o dañadas
- Laminados exteriores para aumentar el diámetro exterior de los tubos y/o las piezas especiales.
- Laminados exteriores y/o interiores aplicados “a posteriori” de la fabricación de la tubería.
- Injertos y laminados, tanto interiores como exteriores mal realizados o con elementos distintos de los especificados en la norma UNE-EN 1796 vigente
- Soldaduras de ningún tipo en tubos.
- Revestidos, pinturas y/o resinas que no sean transparentes, tanto en la superficie exterior de la tubería y piezas especiales como en la superficie interior y en los cantos de las mismas.
- Superposición de laminados
- Restos de la protección plástica interior

Los extremos de los tubos y de las piezas especiales deben ser perpendiculares a su eje longitudinal.

No se admitirán tubos, piezas ni manguitos reparados, ni exterior ni interiormente.

Marcado:

Todos los tubos,, piezas especiales y manguitos estarán marcados de forma inequívoca directamente sobre ellos, de tal forma que el marcado no inicie fisuras u otro tipo de fallo. Si el marcado es impreso, el color del mismo diferirá del color básico del producto, de tal forma que el marcado sea legible a simple vista. El marcado debe ser legible durante toda la vida útil de la tubería instalada, por ello se recomienda su protección.

El marcado de todos los tubos, piezas especiales y manguitos del mismo tipo, entendiéndose por tipo DN, SN y SN será en todos los casos correlativo con el orden de fabricación, de forma tal que no exista más de un tubo, pieza especial y/o manguito con el mismo marcado.

El marcado de cada uno de los tubos, piezas especiales y manguitos se indicará previamente su fabricación y no podrá cambiarse “a posteriori”.

El marcado inicial de cada uno de los tubos, piezas especiales y manguitos no podrá modificarse. En caso de ser imprescindible otorgar un nuevo marcado permanecerán sobre el tubo, pieza especial o manguito, ambos marcados, el inicial y el nuevo.

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Como mínimo, en todos los tubos, piezas especiales y manguitos exteriormente deberá aparecer el siguiente marcado:

- La norma UNE-EN ISO 23856
- El diámetro nominal (DN) y la serie de diámetro (A, B1 o B2)
- La clase de rigidez (SN)
- La clase de presión (PN)
- El nombre o marca del fabricante.
- N° de serie.
- La fecha de fabricación, indicando como mínimo día, mes y año.
- Si procede:
 - o Marca “R” para indicar si el tubo es adecuado para utilizarse con axiales.
 - o Marca “RA” para indicar si el tubo es adecuado para utilizarse con cargas axiales y se ha sometido a ensayo conforme el Anexo A de la norma UNE-EN 176.
 - o Marca “H” para indicar la aptitud para el uso aéreo.
 - o Marca de calidad normalizada.
- Sólo tubos: La letra “P” para indicar si el tubo se puede utilizar en la canalización de agua potable.
- Solo piezas especiales:
 - o Número de serie del tubo o de los tubos empleados en la fabricación de cada una de las piezas.
 - o Tipo de unión, es decir, flexible o rígida y si es resistente o no a esfuerzo axiales.
 - o Codos y derivaciones: Ángulo de ajuste en grados.
 - o Tipo de pieza es decir, moldeado o fabricado a partir de segmentos.
 - o Reducciones: tipo de reducción, es decir, concéntrica o excéntrica y las dimensiones nominales DN₁ y DN₂.
 - o Tipo de tubo (si procede).
 - o Uso previsto “W”, “P” o “U”. Siendo:

W: accesorios destinados a conducciones de agua para consumo humano.

P: accesorios destinados a evacuación y saneamiento a presión.

U: accesorios destinados a evacuación y saneamiento enterrados, no sometidos a presión.
- Solo manguitos:
 - o Uso previsto “W”, “P” o “U”. Siendo:

W: accesorios destinados a conducciones de agua para consumo humano.

P: accesorios destinados a evacuación y saneamiento a presión.

U: accesorios destinados a evacuación y saneamiento enterrados, no sometidos a presión.

Además, en todos los tubos y piezas especiales deberá aparecer interiormente el siguiente marcado:

- Número de serie del tubo o pieza especial
- El diámetro nominal.
- Presión nominal.
- Rigidez nominal.

Protección de neopreno

A todas las piezas de poliéster que tengan que ser hormigonadas, se les colocará una protección de neopreno en los extremos de las mismas de 30 cm de longitud y 2 cm de espesor distribuidos en dos capas de 1 cm. El material a emplear será neopreno de 1 cm de espesor y 1400 mm de ancho como mínimo.

3.22.1.5. Características geométricas

Todas las características geométricas deben determinarse de acuerdo con el apartado 5.1 de la Norma UNE-EN ISO 23856:2022.

Diámetro:

Las series de diámetros: los tubos de PRFV deben designarse por el diámetro nominal de acuerdo con las tablas de la UNE-EN 23856 correspondientes a SERIE B1.

Espesor de la pared:

El fabricante declarará el espesor de pared total mínimo, incluido el liner interior y no será inferior a 3mm.

Ovalización:

La ovalización máxima que podrán presentar los tubos y piezas especiales de PRFV será del 0,5% del diámetro nominal, y se comprobará mediante diferencia entre la medición del diámetro interior horizontal y el diámetro interior vertical.

Longitud de los tubos:

La longitud nominal de los tubos será de 6 o 12 m.

La longitud nominal de los carretes será de 1,5 m.

La longitud mínima de las piezas especiales será la especificada en el apartado correspondiente del presente pliego.

3.22.1.6. Características mecánicas:

Se cumplirá en todo momento lo determinado por la norma UNE-EN 23856 y en la Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del CEDEX del 2017. Los ensayos de especial relevancia y por tanto exigibles son:

Rigidez circunferencial específica:

El valor de la rigidez circunferencial específica inicial (S_0) determinado de acuerdo con la Norma ISO 7685 y en las condiciones de ensayo indicadas en la norma UNE-EN 23856 (apartado 5.3.1), no debe ser inferior al valor numérico de la rigidez nominal (S_N).

La rigidez circunferencial específica a largo plazo se determinará conforme a la metodología descrita en la norma ISO 10468 y a las condiciones de ensayo indicadas en la Norma UNE-EN 23856 (apartado 5.3.2.) para obtener el valor del factor de fluencia ($\alpha_{x, \text{fluencia}}$). A partir de dicho factor de fluencia se determinará la rigidez circunferencial a largo plazo en fluencia mínima ($S_{x, \text{fluencia, mín.}}$):

$$S_{x,fluencia,mín.} = S_{0,mín.} \cdot \alpha_{x,fluencia}$$

donde $S_{0,mín.}$ es el valor mínimo aplicable de la rigidez circunferencial inicial que figura en la tabla 9.

Los valores así obtenidos, deberán cumplir lo indicado en el apartado 2.2.3.2. de la Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del CEDEX del 2017.

Resistencia en condiciones de deflexión:

El ensayo de deflexión circunferencial inicial mínima se realizará de acuerdo con la Norma ISO10466 y en las condiciones de ensayo indicadas en la norma UNE-EN 23856 (apartado 5.3.3), su valor antes de las fisuras internas y antes del fallo estructural deberá cumplir los valores de la tabla 10 y 11 de la Norma UNE-EN 23856 para la rigidez circunferencial solicitada en la presente oferta, independientemente del valor real de rigidez circunferencial obtenida en el correspondiente ensayo.

El ensayo de deflexión circunferencial inicial mínima para las fisuras internas, se considerará NO CONFORME si se detectan visualmente fisuras en la superficie interna de la probeta. Para aumentar la fiabilidad en la detección de fisuras, se aplicarán líquidos penetrantes en la superficie interna de la probeta.

El ensayo de deflexión circunferencial inicial mínima para el fallo estructural, se considerará NO CONFORME si se detecta visualmente cualquier tipo de fisura y/o separación, en cualquier parte de la probeta, tanto en el interior como en el exterior de la misma. También se considerará NO CONFORME si se detecta:

- Separación interlaminar.
- Rotura en tracción del refuerzo de fibra de vidrio
- Pandeo de la pared del tubo
- Separación del liner interior termoplástico de la pared estructural.

La deflexión circunferencial a largo plazo se determinará de acuerdo a la Norma ISO 10471 y en las condiciones de ensayo indicadas en la norma UNE-EN 23856 (apartado 5.3.4), para verificar que los valores de la deflexión circunferencial relativa a la carga última a largo plazo extrapolada y de la deflexión circunferencial relativa a la carga última a largo plazo mínima sean conformes a los valores establecidos en la tabla 12 de la norma UNE-EN 23856.

Resistencia en tracción longitudinal:

La resistencia en tracción longitudinal de los tubos se realizará de acuerdo con metodología descrita en la Norma ISO 8513 (métodos A o B) y en las condiciones de ensayo indicadas en la norma UNE-EN 23856 (apartado 5.3.5.). El valor medio de la resistencia inicial, no será inferior al valor dado en la tabla siguiente y el valor del alargamiento no será inferior al 0,25 %.

Tabla 14 - Resistencia inicial mínima en tracción longitudinal para tubos sin empuje axial

Dimensión nominal (DN) ^a , mm	Presión nominal (PN) ^a Bares							
	≤ 4	6	10	12,5	16	20	25	32
	Resistencia inicial mínima en tracción longitudinal de la circunferencia N/mm							
100	70	75	80	85	90	100	110	120
125	75	80	80	95	100	110	120	135
150	80	85	90	105	110	120	130	145
200	85	95	100	115	120	135	150	170
250	90	105	110	130	135	155	175	200
300	95	110	125	145	155	175	200	230
400	105	130	145	175	190	215	250	290
500	115	145	170	205	225	255	300	350
600	130	160	195	235	255	295	350	420
700	140	175	215	265	290	335	400	475
800	155	190	240	295	325	380	450	545
900	165	205	260	320	360	420	505	610
1 000	180	225	290	350	395	465	555	675
1 200	205	255	340	405	465	540	645	790
1 400	230	290	380	455	530	620	745	915
1 600	255	320	430	515	600	700	845	1 040
1 800	280	350	480	570	670	785	940	1 160
2 000	305	385	520	625	740	865	1 040	1 285
2 200	335	415	570	675	810	945	1 140	1 410
2 400	360	450	620	730	880	1 025	1 240	1 530
2 600	385	480	665	785	945	1 110	1 335	1 655
2 800	410	515	710	840	1 015	1 190	1 435	1 780
3 000	435	545	755	890	1 080	1 270	1 535	1 900
3 200	460	575	805	950	1 150	1 350	1 630	2 025
3 400	490	610	850	1 005	1 220	1 430	1 730	2 150
3 600	520	645	895	1 060	1 290	1 515	1 830	2 265
3 800	550	680	940	1 115	1 355	1 595	1 930	2 400
4 000	580	715	985	1 170	1 425	1 675	2 025	2 520

^a Cuando se someten a ensayo tubos de tamaño o presión nominales distintos a los indicados en esta tabla, la resistencia inicial mínima en tracción longitudinal requerida se debe interpolar linealmente o extrapolar a partir de los valores indicados en esta tabla.

Tabla 56: Resistencia inicial mínima en tracción longitudinal.
Fuente: Tabla 14 de la norma UNE-EN 23856:2022.

Presión de fallo:

La presión inicial de diseño y de fallo se determinará de acuerdo con la Norma ISO 8521 y en las condiciones de ensayo indicadas en la norma UNE-EN 23856 (apartado 5.3.6.) y se exigirá que la presión de fallo inicial medida (p_0) sea mayor o igual a la presión de fallo inicial mínima calculada ($p_{0,OC}$) en bares, conforme el método de cálculo indicado en el apartado A.6 de la norma UNE-EN 23856.

La presión de fallo a largo plazo se determinará de acuerdo con lo especificado en la norma ISO 7509 y en las condiciones de ensayo indicadas en la norma UNE-EN 23856 (apartado 5.3.7) .

El coeficiente de regresión R_{RP} y el factor de corrección C , se determinarán utilizando los datos obtenidos del ensayo realizado de acuerdo con la norma ISO 7509 y los procedimientos de extrapolación detallados en la norma ISO 10928. Los tubos deben diseñarse utilizando el procedimiento detallado en el Anexo A de la norma UNE-EN 23856 para garantizar que:

- a) La presión mínima de fallo a largo plazo ($p_{x,min}$) sea al menos $F_{Smin} \times PN$ en bares y
- b) La presión mínima de diseño a largo plazo ($p_{x,d}$) sea al menos $F_{Smedia} \times PN$ en bares.

Ensayo de estanqueidad:

Los tubos de DN igual o inferior a 1400 mm se ensayarán a estanqueidad mediante presión hidráulica interior según lo indicado en la UNE-EN 1229 y lo establecido en el apartado 8.2.4.3.7 de la Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del CEDEX del 2017.

La presión de prueba será el doble que la PN del tubo. La presión hidráulica interior se aumentará de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de prueba, el cual se mantendrá constante durante 30 segundos, debiéndose comprobar que no se producen pérdidas de agua de ningún tipo durante el ensayo.

Dureza Barcol:

El ensayo de dureza con el durómetro Barcol, de acuerdo con la norma UNE 53270, en cualquier punto de la superficie interior de los tubos y de las piezas especiales, será en todos los casos no menor de 38.

La dureza Barcol no deberá bajar de 35 durante toda su vida útil y se verificará conforme lo indicado en el apartado A.1. de la Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del CEDEX del 2017.

Ensayo de fatiga:

Se podrá exigir la realización del ensayo de fatiga de acuerdo a la norma ISO 15306; se realizarán 1.000.000 de ciclos de carga-descarga, para comprobar que la probeta no muestra señales de fugas ni exudaciones tras su realización. Sobre las probetas fatigadas se someterán las probetas a un ensayo de resistencia a la presión interior según el punto 8.2.4.3.6 de la Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del CEDEX del 2017, debiendo cumplir, la presión de fallo obtenida en dicho ensayo, la siguiente condición en relación a la presión de fallo inicial sin fatiga:

$$P > 0,7 \times P_0$$

3.22.1.7. Uniones:

Uniones flexibles:

Las uniones de las tuberías y accesorios de PRFV serán flexibles del tipo manguito con junta elastomérica no resistente a esfuerzos axiales y cumplirán la norma UNE-EN ISO 23856:2022, en especial las especificaciones reflejadas en el apartado 7. Para la determinación de las características mecánicas serán de aplicación los ensayos exigidos en el presente pliego para los tubos, incluidos los de largo plazo.

Las uniones entre tubos y de estos con accesorios se efectuarán mediante juntas de poliéster reforzado con fibra de vidrio, por el sistema de manguitos independientes o por el sistema campana espiga, y tendrán un

sistema de juntas de elastómero EPDM. La norma UNE-EN 681 define las propiedades y características que debe cumplir el material elastomérico del cual están realizadas las juntas de sellado, en este caso el EPDM. Asimismo, la junta deberá permanecer sellada incluso cuando haya deflexión y esté sometida a cargas laterales aplicadas externamente y/o presión hidrostática interna y externa, o a una combinación de dichas cargas.

Las uniones se deben someter a ensayo conforme la norma ISO 8639. La unión debe mostrar signos visibles de daño en sus componentes cuando se somete a deformación, a la retracción máxima permitida declarada por el fabricante y a la desviación angular máxima permitida, así como a las secuencias de ensayo detalladas en la norma ISO 8639. La variación de la presión no debe ser superior a 0,08 bar/h (0,008 MPa/h) cuando se somete a una presión negativa especificada en dicha norma.

En cualquier caso, el sistema de unión tubo+junta se verificará mediante el ensayo de diseño que marca la norma UNE-EN 1119:2009. Este ensayo se realizará para validar el diseño y después con una frecuencia de una vez cada 5 años, siempre que no se modifique la composición o formulación de la unión tubo + junta ni de sus materias primas, según lo indicado en la UNE-CEN/TS 14632:2013 EX.

Desde fábrica se enviará la tubería con el manguito ya montado en uno de sus extremos. El manguito suministrado se enviará con la junta EPDM ya montada.

Todos los elementos deberán permitir la correcta estanqueidad del sistema, a cuyo fin, los extremos de cualquier elemento estarán perfectamente acabados para que sean estancos e impermeables, sin defectos que repercutan en el ajuste y montaje.

Uniones con bridas atornilladas:

Las uniones con bridas atornilladas se deben someter a ensayo para comprobar su conformidad con los requisitos a presión estática detallados en la norma ISO 8483. La variación de la presión no debe ser superior a 0,08 bar/h (0,008 MPa/h) cuando se somete a una presión negativa especificada en dicha norma.

Si se pretende conectar la unión a una brida metálica, los ensayos se deben realizar con la unión así conectada. Sin embargo, si se pretende conectar la unión a una brida de PRFV, el ensayo se debe llevar a cabo con la unión así conectada. Si se pretende utilizar la unión con bridas metálicas o de PRFV, la unión se debe someter a ambas condiciones.

Durante el ensayo los componentes de la unión, incluidos los tornillos no deben presentar ningún daño visible.

3.22.2. Control de calidad:

El fabricante poseerá Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE-EN ISO 23856:2022 para cada tipo de tubería, fabricante y centro de fabricación, entendiéndose por tipo de tubería diámetro nominal, presión nominal, rigidez nominal y tipo de unión.

Además, los tubos y manguitos de PRFV cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas elastoméricas, lubricantes, aspecto, etc.

Como mínimo para cada tipo de tubería, entendiendo por tipo de tubería diámetro nominal, presión nominal, rigidez nominal, tipo de unión, fabricante y centro de fabricación, se realizarán 2 ensayos completos en las instalaciones del fabricante por lote de fabricación. Se entiende como lote de fabricación en tuberías de diámetro nominal inferior a 1.000 mm, 1.500 ml de tubería fabricada del mismo tipo y en tuberías de diámetro nominal superior o igual a 1.000 mm, 1.000 ml de tubería fabricada del mismo tipo.

En el caso de que los resultados obtenidos en los 2 ensayos completos realizados en un mismo lote de tubería no sean homogéneos se realizará un tercer ensayo completo de comprobación.

Un ensayo completo comprende la realización de los siguientes ensayos y comprobaciones:

- Rigidez circunferencial específica inicial (2 probetas).
- Resistencia en condiciones de flexión (2 probetas).
- Resistencia en tracción longitudinal (5 probetas).
- Presión de fallo (5 probetas).
- Dureza Barcol (3 probetas).
- Ensayo de estanqueidad de 2 minutos de duración.

Además, se realizarán en las instalaciones del fabricante los siguientes ensayos:

- 2 ensayos de combustión sobre 2 elementos diferentes por cada tipo de tubería fabricada para tubos.
- 2 ensayos de combustión sobre 2 elementos diferentes por cada tipo de tubería fabricada para manguitos.
- 1 ensayo de uniones flexibles conforme el apartado 7.2 de la norma UNE-EN ISO 23856:2022 sobre 2 tubos y 1 manguito, por cada fabricante.
- 2 ensayos de presión sobre 2 piezas especiales por cada fabricante, durante 24 horas a 1,5 veces la presión nominal.
- 3 ensayos de tracción longitudinal sobre 3 probetas planas que simulen el diseño del laminado, por fabricante.

En obra sobre los tubos, manguitos y piezas especiales se realizarán los siguientes ensayos y comprobaciones:

- Aspecto: 100% de los elementos.
- Marcado: 100% de los elementos.
- Diámetro exterior: 80% de los elementos (excepto en manguitos).
- Diámetro interior: 10% de los elementos (sólo en manguitos).
- Dimensiones y cajeado de las juntas: 10% de los elementos (sólo en manguitos).
- Tipo de juntas: 80% de los elementos.
- Tipo y número de stoppers: 80% de los elementos.
- Dimensiones y ángulos: 80% de los elementos (sólo piezas especiales).
- Espesor: 80% de los elementos.
- Ovalización: 1 de cada 10 tubos.

3.23. Tubería de acero helicosoldado

3.23.1. Calidad de los materiales

Diseño:

Tubería de acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1: 2006 y UNE-EN 10025-2:2020 o L275 conforme la norma UNE-EN 10224:2003, con soldadura helicoidal por arco sumergido (SAW) y abocardado esférico.

Aspecto:

Los tubos estarán libres de defectos superficiales internos y externos que puedan ser detectados por inspección visual.

El acabado interno y externo deben ser tales que cualquier defecto o imperfección superficial que requiera una reparación pueda ser identificada.

Las imperfecciones superficiales pueden eliminarse por amolado o mecanizado, siempre que después de hacerlo, el espesor en el área reparada no sea menor que el espesor mínimo especificado. Todas las áreas reparadas deben confundirse con el contorno del tubo.

Extremos del tubo:

Los tubos tendrán los extremos lisos cortados según una sección ortogonal respecto del eje del tubo. Los extremos estarán libres de rebabas excesivas y preparados para su soldadura a tope.

Composición química:

El análisis de la colada del acero será conforme con los requisitos indicados en la siguiente tabla:

Designación del acero		C %	Si %	Mn %	P %	S %
Simbólica	Númérica	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.
L235	0252	0,16	0,35	1,20	0,030	0,025
L275	0260	0,20	0,40	1,40	0,030	0,025
L355 ^a	0419	0,22	0,55	1,60	0,030	0,025

^a Para el acero L355, se permiten adiciones de niobio, titanio y vanadio a la elección del fabricante. En este caso, los documentos de inspección deben indicar el contenido de estos elementos.

Tabla 57: Límites de la composición química del análisis de colada.

Fuente: Tabla 1 de la norma UNE-EN 10224:2003.

Las desviaciones máximas admisibles son las siguientes.

Elemento	Valor limite %	Desviación admisible %
C	≤ 0,20	+ 0,02
	> 0,20	+ 0,03
Si	≤ 0,55	+ 0,05
Mn	≤ 1,60	+ 0,10
P	≤ 0,030	+ 0,005
S	≤ 0,025	+ 0,005
Cu	≤ 0,35	+ 0,05
	> 0,35	+ 0,07

Tabla 58: Desviaciones máximas admisibles en el análisis de la colada.

Fuente: Tabla 2 de la norma UNE-EN 10224:2003.

Características mecánicas:

- Ensayo de tracción:

Los tubos cumplirán los valores especificados en la siguiente tabla.

Designación simbólica del acero	Resistencia a la tracción R_m MPa	Límite elástico aparente mínimo R_e^A (MPa) para los espesores en mm		Alargamiento mínimo A % ($L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$)		Diámetro del mandril para el ensayo de doblado sobre la soldadura	Para el ensayo de avance expansivo ^c % de aumento en el ratio d/D^d	
		$T \leq 16$	$T > 16$	l^b	t^b		$\leq 0,8$	$> 0,8$
L235	360 a 500	235	225	25	23	3T	10	12
L275	430 a 570	275	265	21	19	4T	8	10
L355	500 a 650	355	345	21	19	4T	6	8

^a R_e debe ser R_{eH} , o si no se presenta fenómeno de cedencia, $R_{p0,2}$ o $R_{p0,01}$. Véase el apartado 10.2.2.
^b l = longitudinal,
 t = transversal
^c Aplicable sólo a los tubos de diámetro inferior o igual a 150 mm y espesores inferiores o iguales a 10 mm.
^d $d = D-T$.

Tabla 59: Características mecánicas.-

Fuente: Tabla 3 de la norma UNE-EN 10224:2003.

- Ensayo de doblado sobre las soldaduras:

La soldadura de los tubos soldados por arco sumergido debe superar un ensayo de doblado sobre la soldadura, según el apartado 10.2.4 de la norma UNE-EN 10224:2003 por el anverso y el reverso de la soldadura, utilizando el mandril correspondiente. No debe de admitirse ninguna fisura ni defecto en el metal de aportación, en la línea de fusión, en la zona afectada térmicamente o en el metal base, excepto la abertura de un defecto que no provoque pérdida de penetración o pérdida de fusión, con la condición de que el defecto tenga metal sano en el fondo y en cada uno de los lados. Las fisuras de menos de 6 mm que aparezcan en los bordes de la probeta y que no afecten a la totalidad del espesor de pared, tampoco deben de considerarse causa de rechazo.

Estanqueidad:

Todos los tubos deben de ser estancos. La estanqueidad debe demostrarse mediante un ensayo hidrostático.

- Ensayo hidrostático:

Los tubos deben resistir el ensayo sin presentar fisuras ni deformación aparente. El ensayo debe realizarse a la más baja de las dos presiones siguientes: 70 bar o P, calculándose P mediante la siguiente ecuación.

$$P = \frac{20 ST}{F}$$

Siendo:

P: La presión de ensayo, en bares.

D: El diámetro exterior, en mm.

T: El espesor de pared, en mm.

S: La tensión, en MPa, correspondiente al 70% del límite elástico aparente nominal especificado para el tipo de acero que corresponda.

Longitud:

Los tubos podrán solicitarse al fabricante en longitudes fijas, de no ser así se cumplirán los intervalos de longitud y las longitudes medias especificadas en la siguiente tabla.

Intervalos de longitud especificadas	Longitud media mínima para el 100% de los elementos del pedido
m	m
3-8	6
4-12	8
5,5-14	11
6,5-16,5	13
7,5-18	14,5

Tabla 60: Intervalos de longitud y longitudes medias.
Fuente: Tabla 5 de la norma UNE-EN 10224:2003.

Ovalidad:

Para tubos con una relación diámetro exterior/espesor (D/T) inferior o igual a 100, la ovalidad debe calcularse utilizando la siguiente ecuación.

$$\text{Ovalidad (O)} = 100 \frac{(D_{\text{máx.}} - D_{\text{mín.}})}{D}$$

Donde D_{máx} y D_{mín}, son los diámetros exteriores máximo y mínimo medidos en el mismo plano, en mm.

Para los tubos con una relación diámetro exterior/espesor (D/T) mayor de 100, la ovalidad máxima debe ser objeto de acuerdo entre el comprador y el fabricante.

Diámetro exterior:

En la siguiente tabla se indica el diámetro exterior de los tubos.

Diámetro exterior mm	DN	Diámetro exterior mm	DN	Diámetro exterior mm	DN
26,9	20	168,3	150	813,0	800
33,7	25	219,1	200	914,0	900
42,4	32	273	250	1016,0	1000
48,3	40	323,9	300	1067,0	1050
60,3	50	355,6	350	1118,0	1100
76,1	65	406,4	400	1219,0	1200
88,9	80	457	450	1422,0	1400
114,3	100	508	500	1626,0	1600
139,7	125	610	600	1829,0	1800
		711	700	2032,0	2000
				2235,0	2200
				2540,0	2500
				2642,0	2600
				2743,0	2700

Tabla 61: Relación entre el diámetro exterior y el diámetro nominal.
Fuente: Tabla B.1 de la norma UNE-EN 10224:2003.

Tolerancias dimensionales:

La tolerancia sobre el diámetro exterior no debe exceder de $\pm 0,75\%$ del diámetro con un máximo de ± 6 mm.

La tolerancia sobre el espesor, excluida la zona de soldadura, no debe ser superior al valor más grande entre $\pm 10\%$ y $\pm 0,3$ mm.

La tolerancia en el cordón de soldadura no debe ser superior a $\pm 7,5\%$ del espesor. La altura interna y externa del cordón de soldadura no debe ser superior a los valores indicados en la siguiente tabla.

Espesor mm	Altura máxima del cordón mm
$\leq 12,5$	3,5
$> 12,5$	4,5

Tabla 62: Altura máxima del cordón de soldadura de los tubos soldados por arco sumergido.
Fuente: Tabla 8 de la norma UNE-EN 10224:2003.

La tolerancia de la longitud, en el caso de solicitarse una longitud aproximada será ± 500 mm, en el caso de solicitarse una longitud exacta será la especificada en la siguiente tabla.

Longitud L mm	Tolerancia sobre la longitud	
	Diámetro exterior del tubo	
	< 406,4 mm	≥ 406,4 mm
2 000 < L ≤ 6 000	+10 0 mm	+25 0 mm
6 000 < L ≤ 12 000	+15 0 mm	+50 0 mm
L > 12 000	+por acuerdo 0	

Tabla 63: Tolerancias para longitudes exactas.
Fuente: Tabla 9 de la norma UNE-EN 10224:2003.

La desviación de la rectitud de los tubos debe ser inferior o igual al 0,2% de la longitud total medida en el centro de la longitud del tubo.

Preparación de los extremos de los tubos para la soldadura a tope:

- Tolerancia sobre el diámetro en los extremos de los tubos:

La tolerancia sobre el diámetro exterior de los tubos a una distancia de 100 mm de cada extremo será la indicada en la siguiente tabla.

Diámetro exterior mm	Tolerancia en el extremo
≤ 219,1	± 0,5 mm o ± 0,5% D, el mayor de ambos
219,1 < D ≤ 2032	± 1,6 mm
> 2 032	± 3 mm

Tabla 64: Tolerancia sobre el diámetro en el extremo.
Fuente: Tabla 12 de la norma UNE-EN 10224:2003.

- Falta de escuadría en los extremos:

Los extremos de los tubos deben estar en ángulo recto respecto del eje del tubo, con una tolerancia máxima de 1,6 mm medida en un plano diametral tal y como se indica en la siguiente figura.

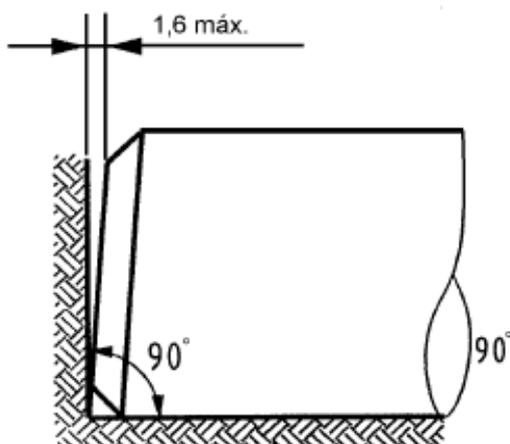


Ilustración 13: Falta de escuadría en los extremos.

Fuente: Figura 9 de la norma UNE-EN 10224:2003.

- Extremos biselados:

Los extremos de los tubos de espesor inferior a 3,2 mm deben suministrarse sin extremos biselados, el resto de los tubos deben suministrarse con extremos biselados conforme lo indicado en la siguiente figura.

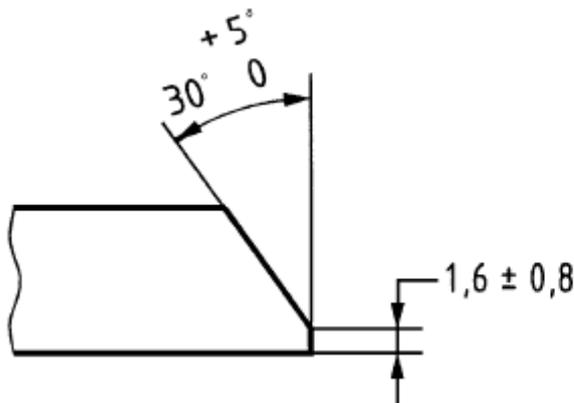


Ilustración 14: Preparación de los extremos para soldadura a tope.

Fuente: Figura 10 de la norma UNE-EN 10224:2003.

Reacción al fuego:

Los tubos poseerán la clasificación frente a la reacción al fuego clase A1.

Revestido

Todas las piezas que componen los elementos objeto de la presente oferta, estarán revestidas, tanto interior como exteriormente, tal y como se indica a continuación.

- Granallado de la superficie tanto interior como exteriormente hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.

- Revestido interior: 2 capas de pintura epoxi. El espesor final no será inferior a 300 micras. Podrá reducirse el espesor final hasta un mínimo de 150 micras, en el caso de emplearse pintura epoxi de altos sólidos.

- Revestido exterior: 1 capa de pintura epoxi de espesor mínimo de 120 micras y 1 capa de pintura de poliuretano de espesor mínimo de 50 micras en color azul RAL 5017. El espesor final no será inferior a 225 micras.

La cara plana de todas las bridas estará mecanizada y pintada, de forma tal que no queden descuelgues de pintura en las mismas.

El revestido de las soldaduras realizadas “in situ” en la obra se realizará conforme lo especificado a continuación:

- Lijado de la superficie.

- Revestido con esmalte a base de resina alcídica, con un espesor mínimo de 125 micras.

El esmalte a base de resina alcídica cumplirá las siguientes especificaciones:

- Buen y rápido secado.

- Gran resistencia al repintado.

- Gran adherencia sobre los metales.

- Aplicación mediante pistola o brocha.

- Acabado: brillante.
- Color: se le indicará al adjudicatario en el momento de realizar el pedido.
- Peso específico: 1,1 – 1,2 kg/l.
- Viscosidad: 240” Copa Ford N°4 a 25°C.
- Secado al tacto: 20 minutos a 20 °C.
- Intervalo mínimo de repintado: 1 hora.
- Rendimiento mínimo: 10 m²/kg.

Marcado:

Todos los tubos estarán marcados de manera legible mediante estarcido y otro procedimiento de marcado indeleble con la siguiente información:

- Nombre del fabricante o marca de identificación.
- Número de la norma de referencia.
- Designación simbólica del acero.
- Marca del inspector.
- N° de identificación que permita la correlación del producto o unidad de suministro con los documentos relacionados.
- La letra “W” correspondiente a tubo soldado.

El marcado sobre el tubo no debe de comenzar a más de 300 mm de uno de los extremos.

Soldadura helicoidal:

El proceso de soldadura se realizará por personal cualificado conforme la norma UNE-EN ISO 9606-1:2017.

La calidad mínima exigida para las soldaduras, será la indicada a continuación:

- Cordón de soldadura: Ensayo ultrasónico nivel de aceptación U4.
- Soldadura de empalme entre bandas: Ensayo ultrasónico nivel de aceptación U4 o ensayo radiográfico con calidad de imagen R2.

Soldadura en obra.

El proceso de soldadura se realizará por personal cualificado conforme la norma UNE-EN ISO 9606-1:2017 o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente.

La calidad mínima exigida para las soldaduras, será la indicada a continuación:

- Examen visual: calidad B, nivel de aceptación B conforme la norma UNE-EN ISO 5817:2014.
- Líquidos penetrantes: calidad B, nivel de aceptación 2C conforme las normas UNE-EN ISO 5817:2014 y UNE-EN ISO 23277:2015.

3.23.2. Control de calidad

La tubería de acero deberá disponer del correspondiente marcado CE conforme la norma UNE-EN 10224:2003/A1:2006 sistema 4, consistente en una declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados.

La tubería poseerá Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204: 2006 de todos los elementos metálicos empleados conforme la normativa especificada en el presente pliego. Como mínimo en dicho certificado se recogerán los ensayos indicados en la siguiente tabla para los tubos soldados por arco sumergido.

Tipo de ensayo	Tubo sin soldadura	Tubo soldado eléctricamente	Tubo soldado por arco sumergido	Tubo soldado a tope
Análisis de colada	1 por colada	1 por colada	1 por colada	1 por colada
Ensayo de tracción	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección
Ensayo de aplastamiento	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección	–	1 por unidad de inspección
Ensayo de avance expansivo	–	1 por unidad de inspección	–	1 por unidad de inspección
Ensayo de doblado sobre la soldadura	–	–	2 por unidad de inspección	–
Ensayo de estanquidad	Todos los tubos; hidrostático o electromagnético	Todos los tubos; hidrostático o electromagnético	Todos los tubos; hidrostático	Todos los tubos; hidrostático o electromagnético
Examen visual	Véase el apartado 10.6	Véase el apartado 10.6	Véase el apartado 10.6	Véase el apartado 10.6
Verificación dimensional	Véase el apartado 10.7	Véase el apartado 10.7	Véase el apartado 10.7	Véase el apartado 10.7
Ensayo no destructivo de la soldadura	–	Todos los tubos	Todos los tubos inclusive las soldaduras de empalme entre bandas de los tubos soldados helicoidalmente	Todos los tubos
Análisis de producto (opcional)	Uno por clase de acero			
* El ensayo de avance expansivo es una alternativa para los tubos soldados eléctricamente y soldados a tope, de diámetro igual o inferior a 150 mm y espesor inferior a 10 mm.				

Tabla 65: Requisitos para los tubos con inspección específica.
Fuente: Tabla 14 e la norma UNE-EN 10224:2003.

El fabricante poseerá Certificado de conformidad del control de producción en fábrica de fabricación de estructuras de acero conforme la norma EN 1090-1:2011+A1:2012 en vigor tipo EXC-3 o superior, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.

El fabricante poseerá los certificados conforme las normas indicadas a continuación, en vigor emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente:

- UNE-EN ISO 3834-2:2022: Requisitos de calidad para el soldeo por fusión de materiales metálicos.
- ISO 45001:2018: Fabricación y revestimiento exterior e interior de tubería.

3.24. Piezas especiales de acero helicosoldado

3.24.1. Calidad de los materiales

Las piezas especiales cumplirán todo lo especificado en el presente pliego para las tuberías de acero helicosoldado a excepción de lo indicado a continuación.

Estanqueidad:

Todas las piezas especiales deben de ser estancas. La estanqueidad debe demostrarse mediante un ensayo hidrostático a 1,5 veces la presión de servicio admisible (PFA).

Codos de curvatura uniforme:

La longitud "S" de la parte rectilínea no debe ser inferior a $0.1 \times D$.

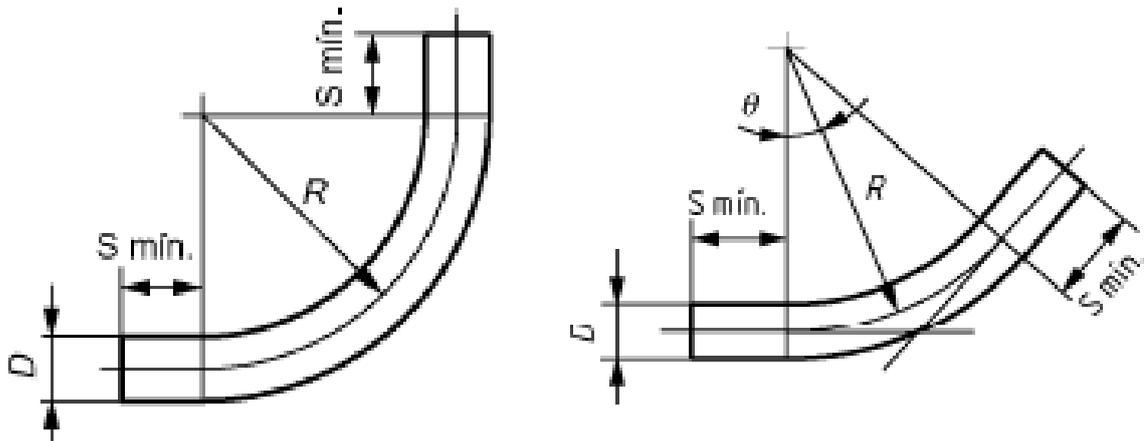


Ilustración 15: Codos con curvatura uniforme.
Fuente: Figuras 1 y 2 de la norma UNE-EN 10224:2003.

Codos angulares:

Los codos angulares deben ser de la forma general indicada en las siguientes figuras en función del ángulo θ .
Para codos con ángulo θ mayor de 45° , el radio de curvatura R no será inferior al diámetro.

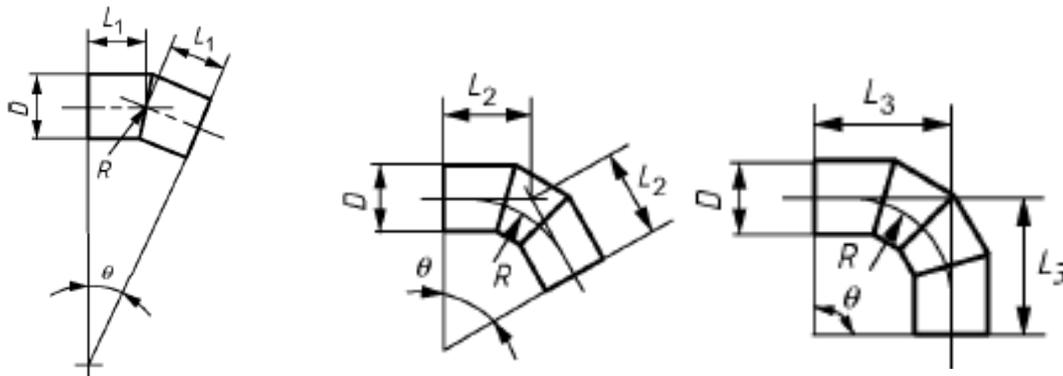


Ilustración 16: Formas generales de los codos angulares.
Fuente: Figuras 3, 4 y 5 de la norma UNE-EN 10224:2003.

Tés:

Las dimensiones de las tés serán las indicadas en la siguiente tabla.

Dimensiones en milímetros

Diámetro D o D1 (Véase la figura 6)	Cuerpo	Empalme		
	F (Min)	G	E	H
		0,5 D plus		
26,9	150	150	75	75
33,7	150	150	75	75
42,4	200	200	150	100
48,3	200	200	150	100
60,3	240	200	100	100
76,1	240	200	100	100
88,9	250	200	100	110
114,3	270	200	100	130
139,7	280	200	110	140
168,3	290	200	110	140
219,1	370	250	110	150
273	410	250	130	160
323,9	450	250	130	180
355,6	530	300	150	200
406,4	600	300	150	230
457 a 711	1,5 D 1 pero con un mínimo de 0,5 D	300	230	300
762 a 914		380	300	300
1 016 a 2 540		380	380	380
2 642		400	400	400
2 743		420	420	420

NOTA 1 – Las dimensiones F, G, E y H deberían redondearse con una aproximación de 10 mm.
 NOTA 2 – La longitud efectiva del cuerpo de las tes con casquillos para ensamblaje por soldadura, es igual a 2 F.
 NOTA 3 – Cualquier cuerpo puede tener unido a él un empalme de igual o menor diámetro.
 NOTA 4 – Puede requerirse un refuerzo para prevenir sobretensiones.

Tabla 66: Dimensiones de las tes.
Fuente: Tabla 11 de la norma UNE-EN 10224:2003.

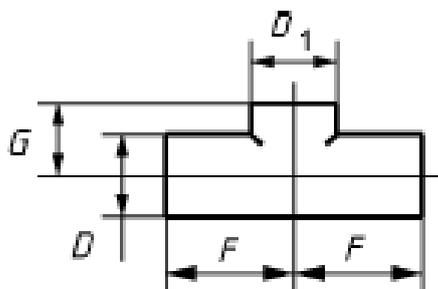


Ilustración 17: Esquema tes.
Fuente: Figura 6 de la norma UNE-EN 10224:2003.

Tolerancias de las piezas especiales:

Los extremos de las piezas especiales deben estar preparados para que se correspondan con los tubos a los cuales deben ensamblarse.

- Codos:

Los codos deben suministrarse con los extremos lisos y libres de rebabas excesivas.

La tolerancia sobre el ángulo entre dos caras del extremo deber de +-1% respecto del ángulo θ de curvatura especificado.

El radio R del codo debe ser igual al radio especificado +- 1°.

El espesor de pared mínimo de los codos de curvatura uniforme no debe ser inferior a la permitida en el tubo de material equivalente al cual está previsto ensamblarse.

La tolerancia sobre las longitudes L_1 , L_2 y L_3 , para los codos angulares debe ser de +- 70 mm. Cuando se especifica una longitud fija, la tolerancia sobre esa longitud debe ser de +- 6 mm.

- Tés:

Las tés deben suministrarse con los extremos lisos y libres de rebabas excesivas.

La tolerancia sobre el ángulo del empalme respecto del eje del cuerpo debe ser de +-1°.

La tolerancia sobre las dimensiones E, F, G y H debe ser de +- 6 mm.

Revestido:

- Acabado interior:

* Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.

* 300 micras de pintura epoxi o de poliuretano.

- Acabado exterior:

* Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.

* Sistema tricapa de polietileno conforme la norma DIN 30670, basado en una capa FBE de alto rendimiento sobre la cual se extruye una capa adhesiva co-polimérica, seguida de una capa de polietileno hasta obtener un espesor mínimo total de 3mm.

3.24.2. Control de calidad

Las piezas especiales de acero helicosoldado estarán fabricadas con tubos de acero helicosoldado que cumplan el control de calidad establecido en el presente pliego para dichos tubos.

3.25. Tuberías metálicas para hincar

3.25.1. Calidad de los materiales

La tubería metálica para hincar cumplirá lo especificado en el presente pliego para las tuberías de acero helicoidal, con excepción de que los extremos de los tubos no han de presentar aborcadado esférico.

3.25.2. Control de calidad

La tubería de acero deberá disponer del correspondiente marcado CE conforme la norma UNE-EN 10224:2003/A1:2006 sistema 4, consistente en una declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados.

La tubería poseerá Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204: 2006 de todos los elementos metálicos empleados conforme la normativa especificada en el presente pliego. Como mínimo en dicho certificado se recogerán los ensayos indicados en la siguiente tabla para los tubos soldados por arco sumergido.

Tipo de ensayo	Tubo sin soldadura	Tubo soldado eléctricamente	Tubo soldado por arco sumergido	Tubo soldado a tope
Análisis de colada	1 por colada	1 por colada	1 por colada	1 por colada
Ensayo de tracción	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección
Ensayo de aplastamiento	1 por unidad de inspección	1 por unidad de inspección	–	1 por unidad de inspección
Ensayo de avance expansivo	–	1 por unidad de inspección	–	1 por unidad de inspección
Ensayo de doblado sobre la soldadura	–	–	2 por unidad de inspección	–
Ensayo de estanquidad	Todos los tubos; hidrostático o electromagnético	Todos los tubos; hidrostático o electromagnético	Todos los tubos; hidrostático	Todos los tubos; hidrostático o electromagnético
Examen visual	Véase el apartado 10.6	Véase el apartado 10.6	Véase el apartado 10.6	Véase el apartado 10.6
Verificación dimensional	Véase el apartado 10.7	Véase el apartado 10.7	Véase el apartado 10.7	Véase el apartado 10.7
Ensayo no destructivo de la soldadura	–	Todos los tubos	Todos los tubos inclusive las soldaduras de empalme entre bandas de los tubos soldados helicoidalmente	Todos los tubos
Análisis de producto (opcional)	Uno por clase de acero			
^a El ensayo de avance expansivo es una alternativa para los tubos soldados eléctricamente y soldados a tope, de diámetro igual o inferior a 150 mm y espesor inferior a 10 mm.				

Tabla 67: Requisitos para los tubos con inspección específica.

Fuente: Tabla 14 e la norma UNE-EN 10224:2003.

3.26. Tuberías metálicas para ranurar

3.26.1. Calidad de los materiales

Diseño

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

Materiales:

Acero al carbono-manganeso tipo S-235-JR sin soldadura conforme la norma UNE-EN 10025-2:2020 o P235TR1 conforme la norma UNE-EN 10216-1:2014.

Revestido:

Galvanizado en caliente realizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010, siendo el espesor medio y el espesor mínimo el indicado en la siguiente tabla en fundición del espesor de la tubería.

Espesor de la pieza	Espesor local del recubrimiento (valor mínimo) ^a	Masa local del recubrimiento (valor mínimo) ^b	Espesor medio del recubrimiento (valor mínimo) ^c	Masa media del recubrimiento (valor mínimo) ^b
	µm	g/m ²	µm	g/m ²
Acero > 6 mm	70	505	85	610
Acero > 3 mm hasta ≤ 6 mm	55	395	70	505
Acero ≥ 1,5 mm hasta ≤ 3 mm	45	325	55	395
Acero < 1,5 mm	35	250	45	325
Piezas moldeadas ≥ 6 mm	70	505	80	575
Piezas moldeadas < 6 mm	60	430	70	505
NOTA Esta tabla es de aplicación general; las normas particulares de producto pueden incluir requisitos diferentes y, en particular, categorías de espesores distintas. En esta tabla se incluyen los requisitos relativos a la masa local del recubrimiento y a la masa media del recubrimiento para servir de referencia en caso de litigio.				
^a Véase el apartado 3.8. ^b Masa de recubrimiento equivalente utilizando una densidad nominal del recubrimiento de 7,2 g/cm ³ (véase el anexo D). ^c Véase el apartado 3.9.				

Tabla 68: Espesor y masa mínimos del recubrimiento sobre muestras sin centrifugar.
Fuente: Tabla 3 de la norma UNE-EN ISO 1461:2010.

Pieza y espesor	Espesor local del recubrimiento (valor mínimo) ^a	Masa local del recubrimiento (valor mínimo) ^b	Espesor medio del recubrimiento (valor mínimo) ^c	Masa media del recubrimiento (valor mínimo) ^b
	µm	g/m ²	µm	g/m ²
Piezas roscadas:				
Diámetro > 6 mm	40	285	50	360
Diámetro ≤ 6 mm	20	145	25	180
Otras piezas (incluidas piezas moldeadas):				
≥ 3 mm	45	325	55	395
< 3 mm	35	250	45	325
NOTA Esta tabla es de aplicación general; las normas relativas a los recubrimientos de los elementos de fijación y las normas particulares de producto pueden incluir requisitos diferentes: véase también el punto h) del capítulo A.2). En esta tabla se incluyen también los requisitos relativos a la masa local del recubrimiento y a la masa media del recubrimiento para servir de referencia en caso de litigio.				
^a Véase el apartado 3.8. ^b Masa de recubrimiento equivalente utilizando una densidad nominal del recubrimiento de 7,2 g/cm ³ (véase el anexo D). ^c Véase el apartado 3.9.				

Tabla 69: Espesor y masa mínimos del recubrimiento sobre muestras centrifugadas.
Fuente: Tabla 3 de la norma UNE-EN ISO 1461:2010.

Aspecto tubería galvanizada:

La superficie de los tubos galvanizados, examinada con visión normal o corregida desde una distancia no inferior a 1m, deben estar exentas de nódulos, ampollas (es decir, protuberancias sin metal sólido en su interior), rugosidades y puntos punzantes (que puedan causar lesiones), así como zonas no recubiertas.

Aspecto tubería en negro:

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

3.26.2. Control de calidad

El fabricante aportará Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de cada tipo de tubería, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego. Entendiendo por tipo de tubería diámetro nominal, tipo de acero y espesor.

El galvanizador aportará un certificado de conformidad con los requisitos de la norma UNE-EN ISO 1461:2010.

Además, tanto la tubería galvanizada como la tubería en negro cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas revestido, aspecto, ranurados, etc.

3.27. Separadores de tuberías para encamisados

Todos los tramos de tubería que tengan que ser ejecutados mediante hincas estarán protegidos con un sistema de espaciador que facilitan la inserción de la tubería portadora.

3.27.1. Calidad de los materiales

Pueden ser espaciadores no metálicos o metálicos en función del tipo de material que se emplee en la tubería portadora.

Diseño:

Los separadores tendrán un diseño similar al de la siguiente imagen.



Especificaciones técnicas espaciadores no metálicos

- Resistencia a impactos: 0,8 J/cm².
- Resistencia a compresión: 211 kg/cm².
- Fuerza dieléctrica: 800 voltios/milésima de pulgada.

Especificaciones técnicas espaciadores metálicos

- Resistencia a compresión: 1265 kg/cm².

- Coeficientes de fricción: 0,1 a 0,6

3.27.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa de las bandas que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego.

Los separadores se dispondrán siempre a una distancia menor o igual a 3 metros, salvo que el fabricante indique otra cosa.

3.28. Manguitos flexibles de acero tipo ARPOL o similar

3.28.1. Calidad de los materiales

Los manguitos flexibles de acero tipo ARPOL o similar cumplirán las especificaciones indicadas a continuación.

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 línea.
- Soportar una presión de prueba de 1,5 veces la presión de trabajo.
- Ancho nominal: mayor o igual a 200 mm.
- Máxima diferencia de diámetros: para diámetros ≤ 500 mm, 2,5 mm. Para diámetros > 500 mm, 3 mm.
- Máxima desviación angular: 2,0 grados.
- Máxima desalineación: 3 mm.

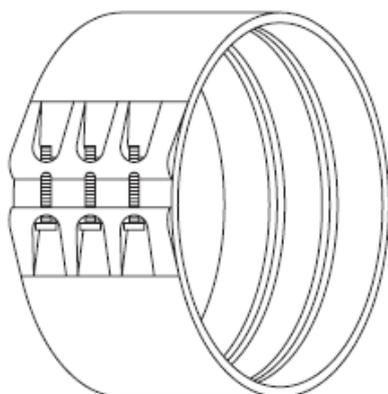


Ilustración 18: Manguito flexible de acero tipo ARPOL o similar.

Fuente: Figura 49 de la Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV.

Carcasa, ejes y acero interior:

Acero inoxidable AISI 304L.

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

DN (mm)	Presión (bar)	Espesor mínimo de la carcasa (mm)	Espesor mínimo de los ejes (mm)
2000	8	8	30
1800	9	8	30
1800	7	5	30
1600	10	8	30
1600	8	5	30
1400	9	5	30
1200	11	5	30
1200	9	4	25
1100	12	5	30
1100	9	4	25
1000	10	4	25
900	12	4	25
800	10	3	25
700	11	3	25
600	11	2,5	22
500	10	2	22
450	11	2	22
400	13	2	22
350	11	-	-
300	12	-	-
250	15	-	-
200	18	-	-
150	23	-	-

Tornillería:

Acero inoxidable AISI 304.

Número de tornillos y métrica mínima para cada tipo de unión;

DN	PN	Número de tornillos mínimo / por cierre	Métrica mínima
2000	8	3	M20
1800	9	3	M20
1800	7	3	M20
1600	10	3	M20
1600	8	3	M20
1400	9	3	M20

DN	PN	Número de tornillos mínimo / por cierre	Métrica mínima
1200	11	3	M20
1200	9	3	M16
1100	12	3	M20
1100	9	3	M16
1000	10	3	M16
900	12	3	M16
800	10	3	M16
700	11	3	M16
600	11	3	M12
500	10	3	M12
450	11	3	M12
400	13	3	M12
350	11	3	M12
300	12	3	M12
250	15	3	M12
200	18	3	M12
150	23	3	M12

Manguito de estanqueidad:

EPDM para temperaturas comprendidas entre -20 y +100°C o silicona de color azul adecuado para temperaturas comprendidas entre -55 y +200°C. Garantía mínima de 30 años ante la exposición a inclemencias atmosféricas y rayos ultra violetas.

Excepto para las uniones tipo arpol de reparación de triple cierre, que el manguito de estanqueidad será de EPDM adecuado para temperaturas comprendidas entre -20°C y 100°C.

Marcado:

Todas las uniones tipo ARPOL 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.

3.28.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa de los manguitos flexibles que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego.

Los manguitos flexibles de acero tipo ARPOL o similar cumplirán las especificaciones indicadas en el apartado anterior, así como todos los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas elastoméricas, lubricantes, aspecto, etc.

3.29. Soldadura en piezas metálicas

3.29.1. Calidad de los materiales

El proceso de soldadura se realizará por personal cualificado conforme la norma UNE-EN ISO 9606-1:2017 o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente.

La calidad mínima exigida para las soldaduras, será la indicada a continuación:

- Examen visual: calidad B, nivel de aceptación B conforme la norma UNE-EN ISO 5817:2014.
- Líquidos penetrantes: calidad B, nivel de aceptación 2C conforme las normas UNE-EN ISO 5817:2014 y UNE-EN ISO 23277:2015.

Todas las chapas y tubos que formen parte de cada una de las piezas especiales presentarán corte en inglete en toda su longitud, para que se puedan soldar correctamente.

Todas las soldaduras de las piezas especiales se realizarán en toda su longitud a penetración completa.

3.29.2. Control de calidad

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 9606 correspondiente o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente y vigente.

El control de calidad de las soldaduras se realizará mediante un examen visual y líquidos penetrantes a través de un Laboratorio debidamente autorizado.

- Examen visual: se realizará en el 80% de las soldaduras, conforme a la norma UNE-EN ISO 17637:2017, el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014 será el B, el nivel de aceptación será el B.

- Examen mediante líquidos penetrantes: se realizará en el 80% de las soldaduras conforme a la norma UNE-EN ISO 3452-1:2013 el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014 o UNE-EN ISO 10042:2006 será el B, el nivel de aceptación según la norma UNE-EN ISO 23277:2015 será el 2X.

3.30. Revestido en piezas metálicas

3.30.1. Calidad de los materiales

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 marcas de primera calidad así como suministradas por fabricantes de reconocida garantía.

El espesor del revestido y el tipo de revestido de cada tipo de pieza metálica se describe en el apartado correspondiente para cada tipo de pieza del presente pliego.

3.30.2. Control de calidad

Como mínimo se realizarán sobre las piezas metálicas los controles del revestido indicados a continuación.

Comprobación del granallado:

Como mínimo se comprobará el granallado tanto interior como exterior, sobre el 80% de las piezas metálicas de la red de riego y de los colectores conforme lo indicado en la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008, comprobando que en todos los casos el granallado presenta una rugosidad SA 2½, conforme dicha norma.

Comprobación del espesor:

Como mínimo se comprobará el espesor del revestido sobre el 80% de las piezas metálicas de la red de riego, el 80% de los colectores y del 25% del resto de tipos de piezas metálicas, tales como contadores, válvulas, filtros, etc., con un medidor de corriente de Foucault conforme lo indicado en la norma UNE-EN ISO 2808:2020, comprobando que en todos los casos el espesor medio es superior al especificado en el apartado correspondiente del presente pliego.

Adherencia

Como mínimo se comprobará la adherencia en 3 elementos completos o en las 3 probetas de cada tipo de pieza metálica, entendiéndose por tipo de pieza diámetro nominal, presión nominal y tipo (codo, té, reducción, contador, válvula, etc.), mediante 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 UNE-EN ISO 2409:2021.

Corrosión

Como mínimo se ensayarán 1 elemento completo o 3 probetas de cada tipo de pieza metálica, entendiéndose por tipo de pieza diámetro nominal, presión nominal y tipo (codo, té, reducción, contador, válvula, etc.), en cámara de niebla salina según la norma UNE-EN ISO 9227:2017 durante al menos 168h. Una vez transcurrido éste tiempo no presentarán defectos evaluados de acuerdo con las normas UNE-EN ISO 4628-2:2016 a UNE-EN ISO 4628-5:2016 diferentes a los indicados a continuación:

- Grado de ampollamiento: sin ampollamiento o clasificación 2(S2).
- Grado de oxidación: Ri 0 o Ri 1.
- Grado de agrietamiento: 0 ó 1.
- Grado de descamación: 0 ó 1.

3.31. Ranurado en piezas metálicas

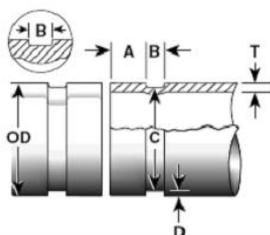
El ranurado sea por laminación o por mecanizado, se realizará en cualquier caso, antes de realizar el revestido correspondiente, excepto en el caso de ranurar tubos/carretes galvanizados. En éste último caso, deberá de garantizarse la protección de la zona mecanizada, así como la integridad de la zona 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.

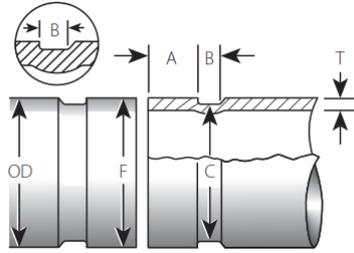
Las piezas especiales de diámetro nominal superior a 300 mm sólo se podrán ranurar mediante laminación, no se aceptarán este tipo de piezas metálicas mediante mecanizado.

3.31.1. Ranurado realizado por laminación

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



DN	OD (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					
1" / DN25	33,7	0,33	0,33	15,88	7,14	30,23	-0,38	1,60	1,65	36,3
2" / DN50	60,3	0,61	0,61	15,88	8,74	57,15	-0,38	1,60	1,65	63,0
3" / DN80	88,9	0,89	0,79	15,88	8,74	84,94	-0,46	1,98	2,11	91,4
-	108,0	1,09	0,79	15,88	8,74	103,73	-0,51	2,11	2,11	110,5
4" / DN100	114,3	1,14	0,79	15,88	8,74	110,08	-0,51	2,11	2,11	116,8
-	133,0	1,35	0,79	15,88	8,74	129,13	-0,51	2,11	2,77	135,9
DN125	139,7	1,42	0,79	15,88	8,74	135,48	-0,51	2,11	2,77	142,2
5"	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	148,08	-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
6" / DN150	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
8" / DN200	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
10" / DN250	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
12" / DN300	323,9	1,60	0,79	19,05	11,91	318,29	-0,76	2,77	3,96	328,2



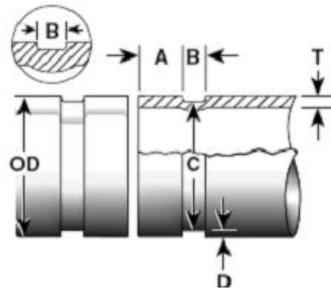
DN	OD (mm)			Dimensiones (mm)					
	Básico	Tolerancia		Mín. espesor de pared T	Asiento de la Junta A +0,79 / -1,60	Anchura de la Junta B	Diámetro de la ranura C		Máx. diám. ensanch
		Máximo	Mínimo				Máximo	Mínimo	
14" / DN350	355,6	358,0	354,8	5,6	38,1	11,6	342,9	341,8	361,4
-	377,0	379,4	376,2	5,5	38,1	11,6	364,3	363,2	382,8
16" / DN400	406,4	408,8	405,6	6,4	38,1	11,6	393,7	392,6	412,2
-	426,0	428,4	425,2	6,5	38,1	11,6	413,3	412,2	431,8
18" / DN 450	457,2	459,6	456,4	6,4	38,1	11,6	444,5	443,4	463,0
-	480,0	482,4	479,2	6,5	38,1	11,6	467,3	466,2	485,8
20" / DN500	508,0	510,4	507,2	6,4	38,1	11,6	495,3	494,2	513,8
22" / DN 550	558,8	561,2	558,0	6,4	38,1	11,6	546,1	545,0	564,6
24" / DN600	609,6	612,0	608,8	6,4	38,1	11,6	596,9	595,8	615,4
26" / DN 650	660,4	662,0	658,8	8,0	44,5	13,6	645,9	644,4	668,0
28" / DN700	711,2	712,8	709,6	8,0	44,5	13,6	696,7	695,2	718,8
30" / DN750	762,0	763,6	760,4	8,0	44,5	13,6	747,5	746,0	769,6
32" / DN800	812,8	814,4	811,2	8,0	44,5	13,6	798,3	796,8	820,4
34" / DN850	863,6	865,2	862,0	8,0	44,5	13,6	849,1	847,6	871,2
36" / DN900	914,4	916,0	912,8	8,0	44,5	13,6	899,9	898,4	922,0
38" / DN950	965,0	966,8	963,6	8,0	44,5	13,6	950,7	949,2	972,8
40" / DN 1000	1016,0	1017,6	1014,4	8,0	50,8	14,3	1000,1	998,6	1023,6
42" / DN1050	1066,8	1068,4	1065,2	8,0	50,8	14,3	1050,9	1049,4	1074,4
44" / DN1100	1117,6	1119,2	1116,0	8,0	50,8	14,3	1101,7	1100,2	1125,2
46" / DN1150	1168,4	1170,0	1166,8	8,0	50,8	14,3	1152,5	1151,0	1176,0
48" / DN1200	1219,2	1220,8	1217,6	8,0	50,8	14,3	1203,3	1201,8	1226,8
50" / DN1250	1270,0	1271,6	1268,4	8,0	50,8	14,3	1254,1	1252,6	1277,6
54" / DN1350	1371,6	1373,2	1370,0	8,0	63,5	14,3	1357,1	1355,6	1379,2

DOCUMENTO Nº3.- PLIEGO DE CONDICIONES

DN	OD (mm)		Dimensiones (mm)						
	Básico	Tolerancia		Mín. espesor de pared T	Asiento de la Junta A +0,79 / -1,60	Anchura de la Junta B	Diámetro de la ranura C		Máx. diám. ensanch
		Máximo	Mínimo				Máximo	Mínimo	
56" / DN1400	1422,2	1424,0	1420,8	8,0	63,5	14,3	1407,9	1406,4	1430,0
60" / DN1500	1524,0	1525,6	1522,4	8,0	63,5	14,3	1509,5	1508,0	1531,6
62" / DN1550	1574,8	1576,4	1573,2	9,5	63,5	14,3	1560,0	1558,0	1582,4
64" / DN1600	1625,6	1627,2	1624,0	9,5	63,5	14,3	1611,1	1609,6	1633,2
72" / DN1800	1828,8	1830,4	1827,2	9,5	63,5	14,3	1814,3	1812,8	1836,4
78" / DN1900	1981,2	1982,8	1979,6	9,5	63,5	14,3	1966,7	1965,2	1990,3

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.



DN	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				
1" / DN25	33,7	0,33	0,33	15,88	7,95	30,23	-0,38	1,60	3,38	
2" / DN50	60,3	0,61	0,61	15,88	7,95	57,15	-0,38	1,60	3,91	
3" / DN80	88,9	0,89	0,79	15,88	7,95	84,94	-0,46	1,98	4,78	
4" / DN100	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	
DN 125	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	
6" / DN150	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	
8" / DN200	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	
10" / DN250	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	
12" / DN300	323,9	1,60	0,79	19,05	12,70	318,29	-0,76	2,77	7,09	

3.31.3. Control de calidad

Como mínimo se comprobarán las dimensiones del ranurado del 80% de las piezas especiales metálicas de la red de riego, siendo éstas codos, térs, carretes, etc.

Del resto de las piezas metálicas, tales como contadores, válvulas, filtros, colectores, etc., como mínimo se comprobarán las dimensiones del ranurado del 25% de cada tipo de pieza, entendiendo por tipo de pieza, diámetro nominal, presión nominal y tipo (contador, válvula, filtro, etc.).

3.32. Bridas en piezas metálicas

3.32.1. Calidad de los materiales

Las bridas cumplirán las normas UNE 1092-1: 2019 en el caso de ser bridas de acero al carbono y la norma UNE-EN 1092-2:1998 en el caso de ser bridas de fundición.

3.32.1.1. Bridas de acero al carbono:

Material:

Las bridas serán de acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1: 2006 y UNE-EN 10025-2:2020.

Métodos de fabricación:

Las bridas se fabricarán conforme los métodos de fabricación indicadas en la siguiente tabla:

DOCUMENTO Nº3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Tipo de brida y collarín	Forja ^a	Fundición	Fabricación a partir de productos planos (chapas)	Mecanizado a partir de barras cilindradas o forjadas y acero seccional forjado	Flegado y soldado eléctrico a partir de barras, acero seccional o tiras ^{b, c, d, e}	Prensado a partir de tuberías soldadas o sin uniones o productos planos
01 (Brida plana para soldar)	sí	no	sí	sí	sí	no
02 (Brida plana loca para tipos 32-37)	sí	no	sí	sí	sí	no
04 (Brida plana loca para tipo 34)	sí	no	sí	sí	sí	no
05 (Brida ciega)	sí	no	sí	sí	no	no
11 (Brida con cuello soldado)	sí	no	no	sí	sí, para \geq DN 700	no
12 (Brida con casquillo deslizable para soldar)	sí	no	no	sí	no	no
13 (Brida con casquillo roscado)	sí	no	no	sí	no	no
21 (Brida integral)	sí	sí	no	sí	no	no
32 (Collarín plano para soldar)	sí	no	sí	sí	sí	no
33 (Tubería con extremo con junta de solape)	sí	no	sí	no	sí	sí
34 (Collarín con cuello para soldar)	sí	sí	no	sí	sí	no
35 (Cuello soldado)	sí	no	sí	sí	sí	no
36 (Collarín prensado con cuello largo)	sí	no	no	no	sí	sí
37 (Collarín prensado)	sí	no	sí	sí	sí	sí

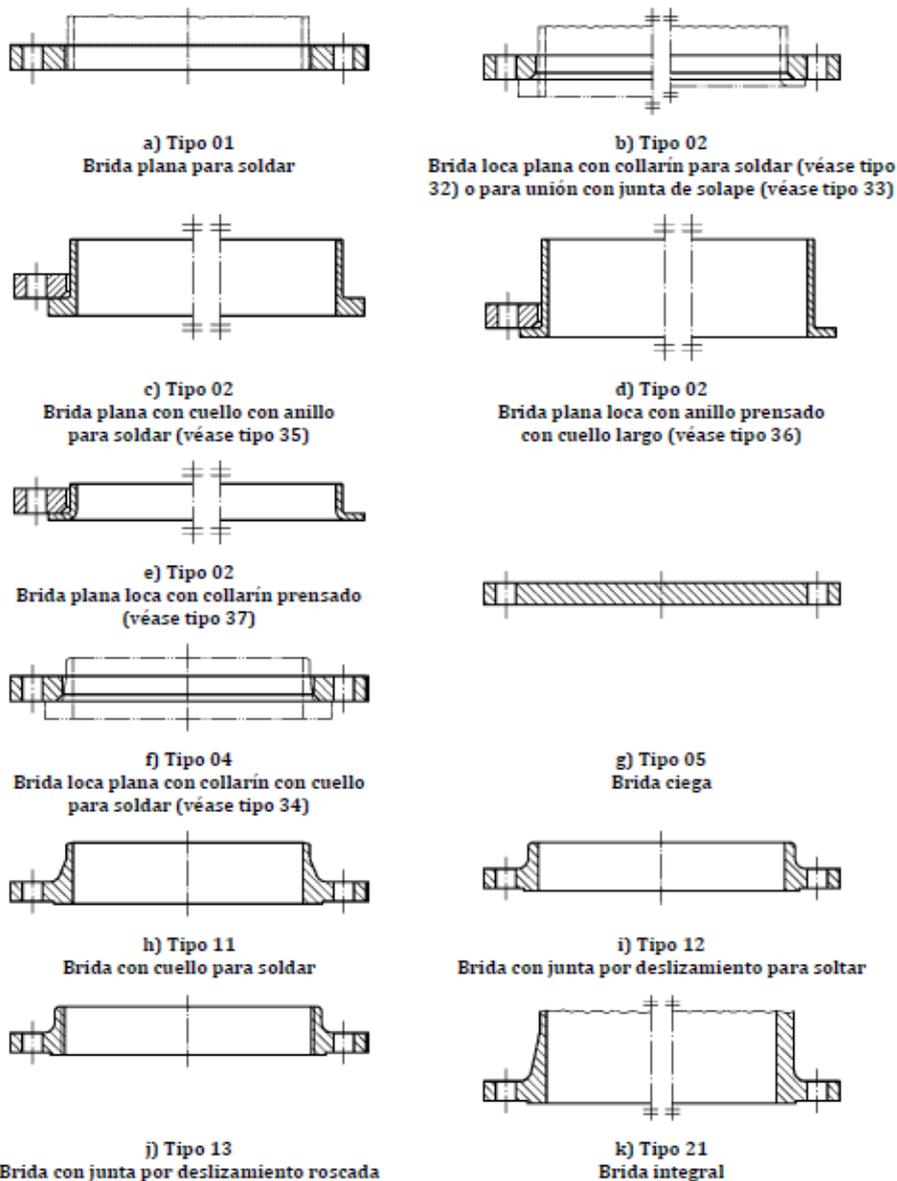
a Cilindrado sin costuras, prensado, forjado.
b Sólo se admite una soldadura radial por debajo de DN 1800. Si se utiliza bandas cortadas para fabricación, la dirección considerada del espesor de la banda para los tipos 11 y 34 debe ser perpendicular al eje central de la brida, para los tipos 01, 02, 04 y 32 en la dirección del eje central de la brida.
c Para soldadura, véase el apartado 5.11.
d Las bridas soldadas se admiten únicamente para aplicaciones de hasta 370 °C de acuerdo con el apartado D.4.4 de la Norma EN 13480-3:2002.
e En el caso de las bridas fabricadas por conformado en frío de un material de base, por ejemplo de un producto plano, algunas propiedades mecánicas, como la elongación después de la rotura (A) y la energía de impacto (KV), se pueden alterar debido al conformado en frío sin un tratamiento térmico posterior.

Tabla 70: Métodos de fabricación de las bridas.
Fuente: Tabla 1 de la norma UNE-EN 1092-1:2019.

Dimensiones:

Las dimensiones de las bridas cumplirán la norma UNE 1092-1: 2019. En la norma de referencia se encuentran diferentes tablas con las dimensiones específicas de las bridas en función del tipo de brida y la presión nominal.

En la siguiente imagen se detalla cada tipo de brida.



NOTA Estos croquis son sólo esquemáticos, no se muestra, en particular, ningún detalle de las superficies de acoplamiento (véase la figura 13).

Ilustración 19: Tipos de bridas.
Fuente: Figura 1 de la norma UNE-EN 1092-1:2019.

Las tolerancias dimensionales serán las indicadas en la siguiente tabla:

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Cota	Tipo de brida	Dimensión	Tolerancia mm		
Diámetro exterior del cuello A	11, 21, 34	\leq DN 125	+3,0 0		
		$>$ DN 125 \leq DN 1200	+4,5 0		
		$>$ DN 1200	+6,0 0		
	35, 36, 37	\leq DN 150	\pm 0,75 % mín. \pm 0,3 mm		
		$>$ DN 150	\pm 1 % máx. \pm 3,0 mm		
Diámetro del orificio de la brida B ₁ , B ₂ , B ₃	01, 02, 04, 12, 32	\leq DN 100	+0,5 0		
		$>$ DN 100 \leq DN 400	+1,0 0		
		$>$ DN 400 \leq DN 600	+1,5 0		
		$>$ DN 600	+3,0 0		
Espesor de la pared S _c	11, 34 ^b		Cuello mecanizado (ambas caras)	Cuello mecanizado de una cara y no mecanizado en la otra	
		\leq DN 100	+1,0 0	+2,0 0	
		$>$ DN 100 \leq DN 400	+1,5 0	+2,5 0	
		$>$ DN 400	+2,0 0	+3,5 0	
	35	$S \leq 8$	+15% -10%		
		$S > 8$	+15% -5%		
	36, 37	\leq DN 600	-12,5% a +15%		
		$>$ DN 600	-0,5 mm a +15%		
	Espesor de la pared rebajada S _p	35, 36, 37	$S \leq 6$	+1,0 0	
			$S > 6$	+2,0 0	

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Cota	Tipo de brida	Dimensión	Tolerancia mm
Diámetro exterior D	21	\leq DN 250	\pm 4,0
		$>$ DN 250 \leq DN 500	\pm 5,0
		$>$ DN 500 \leq DN 800	\pm 6,0
		$>$ DN 800 \leq DN 1200	\pm 7,0
		$>$ DN 1200 \leq DN 1600	\pm 8,0
		$>$ DN 1600 \leq DN 2000	\pm 10,0
	Todos los demás tipos	\leq DN 150	\pm 2,0
		$>$ DN 150 \leq DN 500	\pm 3,0
		$>$ DN 500 \leq DN 1200	\pm 5,0
		$>$ DN 1200 \leq DN 1800	\pm 7,0
$>$ DN 1800		\pm 10,0	
Longitud del casquillo H_1, H_2, H_3, H_4, H_5	11, 12, 13, 34, 35, 36, 37	\leq DN 80	\pm 1,5
		$>$ DN 80 \leq DN 250	\pm 2,0
		$>$ DN 250	\pm 3,0
Diámetro del cuello N_1	11 (superficie portante mecanizada)	$N_1 \leq 120$	0 -1,0
		$N_1 > 120 \leq 400$	0 -1,2
		$N_1 > 400 \leq 1000$	+1,6 0
		$N_1 > 1000 \leq 2000$	+2,5 0
		$N_1 > 2000$	+4,0 0
	11 (superficie portante sin mecanizar)	$N_1 \leq 120$	0 -1,0
		$N_1 > 120 \leq 400$	0 -2,0
		$N_1 > 400 \leq 1000$	+4,0 0
		$N_1 > 1000 \leq 2000$	+6,0 0
		$N_1 > 2000$	+8,0 0

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Cota	Tipo de brida	Dimensión	Tolerancia mm
Diámetro del cuello, N_1 , N_2 y N_3	21, 34 (superficie portante sin mecanizar)	\leq DN 50	0 -2,0
		$>$ DN 50 \leq DN 150	0 -4,0
		$>$ DN 150 \leq DN 300	0 -6,0
		$>$ DN 300 \leq DN 600	0 -8,0
		$>$ DN 600 \leq DN 4000	0 -10,0
	21, 34 (superficie portante mecanizada)	\leq DN 50	+1,0 0
		$>$ DN 50 \leq DN 150	+1,5 0
		$>$ DN 150 \leq DN 300	+2,0 0
		$>$ DN 300 \leq DN 600	+2,5 0
		$>$ DN 600 \leq DN 4000	+3,0 0
Diámetro del cuello N_2 , N_3	12, 13	\leq DN 50	+1,0 0
		$>$ DN 50 \leq DN 150	+2,0 0
		$>$ DN 150 \leq DN 300	+4,0 0
		$>$ DN 300 \leq DN 600	+8,0 0
		$>$ DN 600 \leq DN 1200	+12,0 0
		$>$ DN 1200 \leq DN 1800	+16,0 0
		$>$ DN 1800	+20,0 0

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Cota	Tipo de brida	Dimensión	Tolerancia mm
Espesor del collarín F	35 (mecanizado por ambas caras)	≤ 18 mm de espesor	± 1,0
		> 18 mm ≤ 50 mm de espesor	± 1,5
	35 (mecanizado sólo en la cara frontal o sin mecanizar)	≤ 18 mm de espesor	+2,0 - 1,3
		> 18 mm ≤ 50 mm de espesor	+4,0 - 1,5
	36 (mecanizado sólo en la cara frontal o sin mecanizar)	≤ 18 mm de espesor	± 10%
	37 (sin mecanizar)	≤ 5 mm de espesor	± 0,20
	37 (sin mecanizar)	> 5 mm de espesor	± 0,30
	32, 34 (mecanizado por ambas caras)	≤ 18 mm de espesor	+1,0 -1,3
		> 18 mm de espesor	± 1,5
	32, 34 (mecanizado sólo en la cara frontal)	≤ 18 mm de espesor	+2,0 - 1,3
		> 18 mm ≤ 30 mm de espesor	+3,0 - 1,5
		> 30 mm de espesor	+4,0 - 1,5
Espesor de la brida, C ₁ , C ₂ , C ₃ , C ₄	Todos los tipos (mecanizado en ambas caras)	≤ 18 mm de espesor	+1,0 -1,3
		> 18 mm ≤ 50 mm de espesor	± 1,5
		> 50 mm de espesor	± 2,0
	Todos los tipos (mecanizado sólo en la cara frontal) Tipo 02 y 04 (sin mecanizar)	≤ 18 mm de espesor	+2,0 - 1,3
		> 18 mm ≤ 50 mm de espesor	+4,0 - 1,5
		> 50 mm de espesor	+7,0 -2,0
Diámetro del refrentado d ₁	Todos los tipos	≤ DN 250	+2,0 -1,0
		> DN 250	+3,0 -1,0

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Cota		Tipo de brida	Dimensión		Tolerancia mm
Altura del refrentado f_1		Todos los tipos (refrentados tipos B, D, F y G)	\leq DN 32	2 mm	0 -1,0
			> DN 32 a DN 250	3 mm	0 -2,0
			> DN 250 a DN 500	4 mm	0 -3,0
			> DN 500	5 mm	0 -4,0
Altura del refrentado f_2		Todos los tipos (refrentados tipos C, E y G)	Todos los DN		+0,5 0
Altura del refrentado f_3		Todos los tipos (refrentados tipos D y F)	Todos los DN		+0,5 0
		Todos los tipos (refrentado tipo H)	Todos los DN		+0,2 0
Altura del refrentado f_4		Todos los tipos (refrentado tipo H)	Todos los DN		+0,5 0
Refrentados	W	Todos los tipos	Todos los DN		+0,5 0
	X				0 -0,5
	Y				+0,5 0
	Z				0 -0,5
Diámetro del círculo de tornillos K		Todos los tipos	Tamaño de los tornillos M10 a M24		\pm 1,0
			Tamaño de los tornillos M27 a M45		\pm 1,5
			Tamaño de los tornillos > M45		\pm 2,0
Diámetro del orificio de tornillos L		Todos los tipos	Tamaño de los tornillos M10 a M24		+1,0 0
			Tamaño de los tornillos M27 a M45		+2,5 0
			Tamaño de los tornillos > M45		+4,0 0

Cota	Tipo de brida	Dimensión	Tolerancia mm
Distancia de centro a centro entre orificios de tornillos adyacentes	Todos los tipos	Tamaño de los tornillos M10 a M24	± 1,0
		Tamaño de los tornillos M27 a M45	± 1,5
		Tamaño de los tornillos > M45	± 2,0
Excentricidad de los diámetros de los refrentados mecanizados ^d	Todos los tipos	≤ DN 65	1,0
		> DN 65	2,0
Paralelismo entre las superficies de apoyo de los tornillos y las caras de unión de la brida	Todos los tipos (superficies de apoyo mecanizadas)	Todos los DN	1°
	Todos los tipos (superficies de apoyo no mecanizadas)		2°
a Tolerancia en % desde el diámetro exterior o, respectivamente, desde el espesor de pared. b Tolerancia del orificio no aplicable. c Para la preparación de los extremos véase el anexo A. d Entre el círculo de tornillos y refrentado también como entre diámetro del taladro y refrentado.			

Tabla 71: Tolerancias dimensionales de las bridas.
Fuente: Tabla 22 de la norma UNE-EN 1092-1:2019.

Acabado de las caras de unión de la brida:

Todas las caras de unión de las bridas, excepto las de los tipos 33,36 y 37, deben tener un acabado mediante mecanizado y un acabado superficial según los valores dado en la siguiente tabla cuando se comparan visualmente o a través del tacto, con muestras de referencia.

Tipos de refrentados	Método de mecanizado	Radio de la punta de la herramienta redondeada	R _a ^a		R _a ^a
		mm	µm		µm
		mín.	mín.	máx.	mín.
A, B1 ^b , E, F	Torneado ^c	1,0	3,2	12,5	12,5
B2 ^b , C, D, G, H	Torneado ^c	—	0,8	3,2	3,2
NOTA Para ciertas aplicaciones, por ejemplo gases a baja temperatura, puede ser necesario estipular un control más estricto del acabado superficial.					
a R _a y R _a están definidos en la Norma EN ISO 4287. b Los tipos B1 y B2 son bridas con cara sobreelevada (tipo B) con diferentes valores especificados de rugosidad superficial. B1: Refrentado normalizado para todos los valores de PN. B2: Sólo si se acuerda entre el cliente y el fabricante de la brida. c El término torneado incluye cualquier método de mecanizado que produzca ranuras concéntricas o en espiral.					

Tabla 72: Acabado superficial de las caras de unión.
Fuente: Tabla 1 de la norma UNE-EN 1092-1:2019.

Acabado superficial:

El acabado superficial será conforme con la siguiente tabla:

Tipo de brida	Diámetro exterior		Diámetro del taladro central		Orificios de los tornillos	Alojamiento de los tornillos
	Ra máx. μm	Rz máx. μm	Ra máx. μm	Rz máx. μm		
01 (Brida plana para soldar)	25	160	25	160	b	c
02 (Brida plana loca para tipos 32-37)	25	160	25	160	b	—
04 (Brida plana loca para tipo 34)	25	160	25	160	b	—
05 (Brida ciega)	25	160	n.a.		b	c
11 (Brida con cuello soldado)	25 *	160 *	25 *	160 *	b	c
12 (Brida con embocadura por deslizamiento para soldar)	25 *	160 *	25 *	160 *	b	c
13 (Brida con embocadura roscada)	25 *	160 *	Véase la norma de la rosca		b	c
21 (Brida integral)	25 *	160 *	25 *	160 *	—	c
32 (Collarín plano para soldar)	25	160	25	160	—	—
33 (Tubería con extremo con junta de solape)	25 *	160	25 *	160	—	—
34 (Collarín con cuello para soldar)	25 *	160 *	25 *	160 *	—	—
35 (Cuello soldado)	25 *	160 *	25 *	160 *	—	—
36 (Collarín prensado con cuello largo)	25 *	160 *	25 *	160 *	—	—
37 (Collarín prensado)	25 *	160 *	25 *	160 *	—	—
a O hasta PN 40 sin mecanizar. b Orificios de los tornillos > PN 40 sólo taladrados. c Vaciado del alojamiento de las tuercas burilado para PN \geq 63 (véase 5.8.2).						

Tabla 73: Acabado superficial de las bridas.
Fuente: Tabla 3 de la norma UNE-EN 1092-1:2019.

Marcado:

Las bridas estarán marcadas conforme lo indicado a continuación:

- Nombre del fabricante o marca comercial.
- Norma UNE-EN 1092-1.
- Número del tipo de brida.
- DN.
- PN.
- Espesor de la pared.
- Símbolo o número del grado del material.

Si la pieza es demasiado pequeña para que se incluya el marcado indicado, como mínimo el marcado será el siguiente:

- Nombre del fabricante o marca comercial.
- Letras “EN”.
- Número del tipo de brida.
- PN.
- Símbolo o número del grado del material.
- Número de fundición y/o identificación apropiada para la trazabilidad de la fundición.

3.32.1.2. Bridas de fundición

Material:

Las bridas serán de fundición dúctil conforme la norma UNE-EN 1563:2019, del mismo tipo que el de la pieza a la que van unidas.

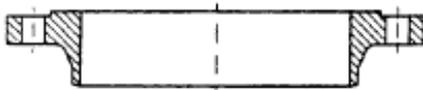
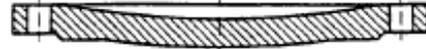
Dimensiones:

Las dimensiones de las bridas cumplirán la norma UNE 1092-2: 1998. En la norma de referencia se encuentran diferentes tablas con las dimensiones específicas de las bridas en función del tipo de brida y la presión nominal.

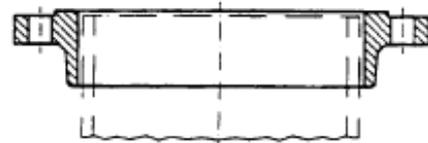
En la siguiente imagen se detalla cada tipo de brida.



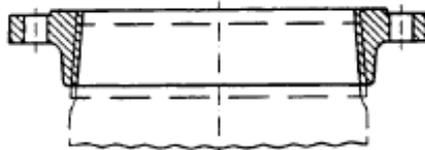
Tipo 05
Brida ciega



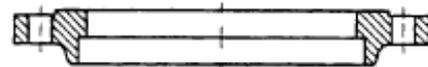
Tipo 11
Brida de cuello para soldar a tope



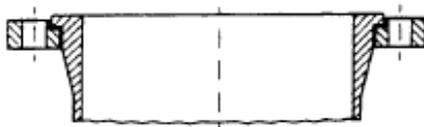
Tipo 12
Brida de cuello para acoplar y soldar



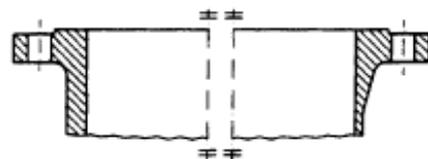
Tipo 13
Brida de cuello roscado



Tipo 14
Brida de cuello para encastrar y soldar



Tipo 16
Brida orientable



Tipo 21
Brida incorporada (a un aparato o componente)

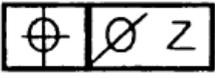
NOTAS

- 1 El acuerdo entre el borde de la cara resaltada y la cara de unión puede estar redondeado o achaflanado (véase 5.7.1).
- 2 La brida 21 forma parte integrante de otro aparato o componente.
- 3 Las bridas pueden designarse por el número de tipo o por su descripción.

Ilustración 20: Tipos de bridas.
Fuente: Figura 1 de la norma UNE-EN 1092-2:1998.

Las tolerancias dimensionales serán las indicadas en la siguiente tabla:

Medidas lineales en milímetros

Símbolo	Designación		Tolerancias					
D	Diámetro exterior		No especificado, pero el diámetro exterior mínimo debe ser suficiente para permitir una superficie que aloje tornillos de cara hexagonal					
d	Diámetro de la cara resaltada de la brida	Para un DN	≤ 100	125 a 300	350 a 600	700 a 1 200	≥ 1 400	
		Tolerancias	-4	-4,5	-5	-5,5	-6	
f	Altura de la cara de asiento resaltada		$f = 1$ mm mínimo					
b (= $c - f$)	Espesor de la brida	Espesor	≤ 35	36 a 45	46 a 60	61 a 75	> 76	
		Tolerancia	+4 -3	+4,5 -4	+5 -4	+6 -5	+7 -6	
L	Diámetro del agujero del tornillo		≤ M33		M36 a M39	M45 a M52	> M52	
			+1,5 0		+2 0	+2,5 0		
	Posición del agujero de paso del tornillo ¹⁾ 		M10	M12	M14 a M20	M24 a M33	M36 a M52	> M52
			1	2	3	4	5	6
	Paralelismo de la cara del tornillo y la cara de la brida		≤ 2°					

1) Las posiciones de los agujeros de paso de los tornillos tiene en cuenta las tolerancias sobre el diámetro del círculo de taladrado y la distancia entre centros.

2) Z: tolerancia de posición cuyos valores se indican en la columnas de al lado. Para explicaciones, véase la Norma ISO 5458:1987.

Tabla 74: Tolerancias dimensionales de las bridas.
Fuente: Tabla 13 de la norma UNE-EN 1092-2:1998.

Estado superficial de las caras de unión:

Todas las secciones transversales de las bridas deben ajustarse a los valores dados en la siguiente tabla. Estas caras deben compararse por medios visotáctiles con muestras de referencia cuyos valores de rugosidad R_a y R_z se ajusten a los de la tabla.

Valores en micrómetros

Proceso de fabricación	R_a	R_z
Torneado ¹⁾	3,2 a 12,5	12,5 a 50
Otro tipo de mecanizado ²⁾	3,2 a 6,3	12,5 a 25
Bruto de colada ³⁾	3,2 a 25	-

1) Por "torneado" se entiende cualquier proceso de mecanizado que produce estrías concéntricas o en espiral.

2) Se permiten otros procedimientos de mecanizado, distintos del torneado, con los que se puedan obtener un estado superficial con los valores de R_a y R_z especificados.

3) "Bruto de colada" comprende las superficies obtenidas por moldeo, que puedan o no haber sido sometidas a operaciones ulteriores de granallado o de proyección de arena. Su rugosidad se establece por comparación con muestras de referencia según la Norma ISO 2632-3:1979. Estas superficies "brutas de colada" pueden tener estrías concéntricas para mejorar la eficacia de la junta. Se utilizan normalmente para aplicaciones en las que la junta de unión es de un material significativamente deformable, por ejemplo, elastómeros, aplicaciones para las que las anteriores características superficiales pueden también aplicarse a otros procedimientos de fabricación.

Tabla 75: Estado superficial de las caras de unión.
Fuente: Tabla 1 de la norma UNE-EN 1092-2:1998.

Marcado:

Las bridas comercializadas por separado estarán marcadas conforme lo indicado a continuación:

- DN.
- PN.
- Identificación del fabricante o marca comercial.

Si una brida es demasiado estrecha se puede omitir el marcado del diámetro nominal.

3.32.2. Control de calidad

Como mínimo se comprobarán las dimensiones de las bridas del 80% de las piezas especiales metálicas de la red de riego, siendo éstas codos, térs, carretes, etc.

Del resto de las piezas metálicas, tales como contadores, válvulas, filtros, colectores, etc., como mínimo se comprobarán las dimensiones de las bridas del 25% de cada tipo de pieza, entendiendo por tipo de pieza, diámetro nominal, presión nominal y tipo (contador, válvula, filtro, etc.).

Entendiendo por dimensiones de las bridas como mínimo las indicadas a continuación:

- Diámetro exterior.
- Diámetro k.
- Diámetro de los agujeros.
- Número de agujeros.

Además, las bridas cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas elastoméricas, lubricantes, aspecto, etc.

3.33. Juntas elastoméricas

3.33.1. Calidad de los materiales

Las juntas elastoméricas estarán fabricadas con elastómeros de dureza mínima IHRD 70 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006.

Las juntas cumplirán las especificaciones que se indican a continuación:

DOCUMENTO Nº3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Ensayo	Apartado en UNE-EN 681-1	Método	Unidad	Especificación
Dureza	4.2.3	ISO 7619-1 (UNE-ISO 48)	Shore A	(*)
Resistencia a la tracción	4.2.4	ISO 37	MPa	9 mín.
Alargamiento a rotura	4.2.4	ISO 37	%	(*)
Deformación permanente por compresión 23 °C durante 72 horas	4.2.5.2	ISO 815-1	%	(*)
Deformación permanente por compresión 70 °C durante 24 horas	4.2.5.2	ISO 815-1	%	20 máx.
Deformación permanente por compresión -10 °C durante 72 horas	4.2.5.3	ISO 815-2	%	(*)
Envejecimiento. Cambio de la dureza 70 °C durante 7 días	4.2.6	ISO 188/ISO 7619-1	%	-5/+8 máx.
Envejecimiento. Cambio de la resistencia a la tracción 70 °C durante 7 días	4.2.6	ISO 188/ISO 37	%	-20 máx.
Envejecimiento. Cambio del alargamiento a rotura 70 °C durante 7 días	4.2.6	ISO 188/ISO 37	%	(*)
Relajación de esfuerzos 23 °C durante 7 días	4.2.7	ISO 3384-1	%	(*)
Relajación de esfuerzos 23 °C durante 100 días	4.2.7	ISO 3384-1	%	(*)
Relajación de esfuerzos por década logarítmica.	4.2.7	ISO 3384-1	%	(*)
Cambio de volumen en agua durante 7 días a 70 °C	4.2.8	ISO 1817	%	+8/-1 máx.
Resistencia al ozono	4.2.9	ISO 1431-1	-	Libre de fisuras

(*) Según clase de dureza escogido por cada fabricante

Tabla 76: Ensayos para el material elastomérico de las juntas flexibles.

Fuente: Tabla 43 de la Guía técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

3.33.2. Control de calidad

Las juntas elastoméricas poseerán la correspondiente Declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados que garantice el cumplimiento de las especificaciones del presente pliego.

En el caso de que el fabricante de las juntas posea Certificado de Calidad de Producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006 para cada tipo de junta, no será necesario realizar un control de calidad exhaustivo de las mismas será suficiente con comprobar que la junta se corresponde con el certificado de producto y que la dureza se corresponde con la solicitada. En caso contrario, se realizarán al menos los siguientes ensayos conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006 sobre 3 juntas de cada tipo de junta de la que no se posea el correspondiente Certificado de Calidad de Producto:

- Dureza.
- Resistencia a tracción.
- Alargamiento a rotura.

3.34. Lubricantes

3.34.1. Calidad de los materiales

El lubricante que se emplee en las operaciones de unión de los tubos y las piezas con junta elástica no deberá ser agresivo, ni para el material del tubo o pieza, ni para el anillo elastomérico correspondiente.

Las juntas elastoméricas con el lubricante cumplirán los ensayos de envejecimiento indicados en la norma UNE-EN 681-1 en vigor.

3.34.2. Control de calidad

Se realizarán los ensayos indicados a continuación sobre 3 juntas elastoméricas de cada tipo de junta, conforme la UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006:

- Dureza.
- Resistencia a tracción.
- Envejecimiento. Cambio de la dureza 70°C durante 7 días.
- Envejecimiento. Cambio de la resistencia a tracción 70°C durante 7 días.

3.35. Tornillería

3.35.1. Calidad de los materiales

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 cincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015.

Los tornillos serán de cabeza hexagonal y rosca parcial conforme la norma UNE-EN ISO 4014:2023.

Tuercas

Acero cincado de calidad 8 estilo 1 y paso grueso, conforme la norma UNE-EN ISO 898-2:2013.

Las tuercas serán hexagonales conforme la norma UNE-EN ISO 4032:2013.

Arandelas

Acero cincado de calidad A conforme la norma UNE-EN ISO 887:2000/AC: 2006.

Las arandelas serán planas conforme la norma UNE-EN ISO 7089:2000, excepto las arandelas tipo GROWER.

Varillas roscadas

Acero cincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015.

Revestido de tornillos, tuercas y arandelas:

Cincado electrolítico de color plateado tipo Fe/Zn25, conforme la norma UNE-EN ISO 2081:2018.

Tabla C.1 – Resistencia contra la corrosión de la niebla salina neutra del cinc más capas de conversión crómica

Designación del recubrimiento (parcial)	Número de la condición de servicio	Condiciones de servicio	Duración del ensayo de niebla salina h
Fe/Zn5/A Fe/Zn5/B Fe/Zn5/F	0	Aplicaciones puramente cosméticas	48
Fe/Zn5/C Fe/Zn5/D Fe/Zn8/A Fe/Zn8/B Fe/Zn8/F	1	Servicio en interiores en atmósferas templadas y secas	72
Fe/Zn8/C Fe/Zn8/D Fe/Zn12/A Fe/Zn12/F	2	Servicio en interiores en lugares donde puede haber condensación	120
Fe/Zn12/C Fe/Zn12/D Fe/Zn25/A Fe/Zn25/F	3	Servicio a la intemperie en condiciones templadas	192
Fe/Zn25/C Fe/Zn25/D	4	Servicio a la intemperie en condiciones de corrosividad severa, como por ejemplo marítima o industrial	360

Marcado

Todos los tornillos, tuercas, arandelas y varillas roscadas irán marcadas de forma duradera e indeleble con la calidad indicada para cada uno de ellos en el presente pliego.

Aspecto:

El aspecto de todos los tornillos, tuercas, arandelas y varillas roscadas será conforme las especificaciones indicadas en el apartado 6.1. de la norma UNE-EN ISO 2081:2018.

3.35.2. Control de calidad

El fabricante poseerá 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, entendiendo por tipo calidad del material, métrica y tipo de elemento (tornillo, tuerca, arandela o varilla roscada).

Como mínimo se ensayarán 3 tornillos, 3 tuercas, 3 arandelas y 3 varillas roscadas de cada tipo de elemento, entendiendo por tipo calidad del material. Los ensayos a realizar a cada uno de los elementos serán los indicados a continuación.

Tornillos:

1. Características químicas: como mínimo se ensayará la composición de los tornillos conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015. Los criterios de aceptación son los especificados la norma UNE-EN ISO 898-1:2015.

2. Características mecánicas: como mínimo se ensayará la Dureza Vickers (HV) y la dureza Brinell (HB) conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015. Los criterios de aceptación son los especificados en la norma UNE-EN ISO 898-1:2015.

Tuercas:

1. Características químicas: como mínimo se ensayará la composición de las tuercas conforme la norma UNE-EN ISO 898-2:2013. En todos los casos se cumplirán las siguientes especificaciones:

Calidad	Métrica	Límite de composición química (%)			
		C máx.	Mn mín.	P máx.	S máx.
8 estilo 1	<= M16	0,58	0,25	0,060	0,150
	> M16	0,58	0,30	0,048	0,058

Tabla 77: Tabla 3 de la norma UNE-EN ISO 898-2:2013.

2. Características mecánicas: como mínimo se ensayará la Dureza Vickers (HV) conforme la norma UNE-EN ISO 898-2:2013. Los criterios de aceptación son los especificados en la tabla 6 de la norma UNE-EN ISO 898-2:2013.

3. Ensayo de carga de prueba: como mínimo se realizará en laboratorio el ensayo de carga de prueba conforme el apartado 9.1 de la norma UNE-EN ISO 898-2:2013. Los criterios de aceptación son los especificados en el apartado 9.1.7. de la norma UNE-EN ISO 898-2:2013.

Arandelas:

1. Características mecánicas: como mínimo se ensayará la Dureza Vickers (HV) conforme la norma UNE-EN ISO 887:2000/AC:2006. El criterio de aceptación es Dureza Vickers superior o igual a 200 HV.

Tornillos, tuercas, arandelas y varillas roscadas:

1. Espesor del cincado:

El espesor del cincado se comprobará con un medidor de corriente de Foucault conforme lo indicado en la norma UNE-EN ISO 2808:2020, siendo en todos los casos los espesores obtenidos superiores a 25 micras.

En el caso de no ser factible la comprobación del espesor del cincado mediante el medidor de corriente de Foucault, se comprobará el espesor del cincado en laboratorio conforme el Anexo B de la norma UNE-EN ISO 2081:2018, siendo en todos los casos el espesor obtenido superior a 25 micras.

2. Adherencia:

La adherencia se comprobará mediante un ensayo de bruñido conforme la norma UNE-EN ISO 2819:2018. En todos los casos el recubrimiento de zinc permanecerá adherido al metal base tras dicho ensayo de bruñido.

3. Corrosión:

La corrosión se comprobará mediante la realización de un ensayo en cámara de niebla salina según la norma UNE-EN ISO 9227:2017, durante al menos 360 horas. Una vez transcurrido este tiempo no se presentará corrosión del metal base (óxido rojo) en ninguna parte de la superficie, es decir clasificación Rp=10 (sin corrosión del metal base), conforme la norma UNE-EN ISO 10289:2001.

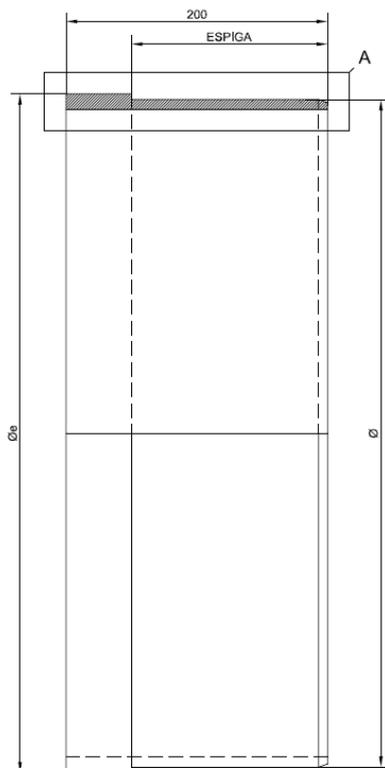
3.36. Piezas especiales metálicas

3.36.1. Calidad de los materiales

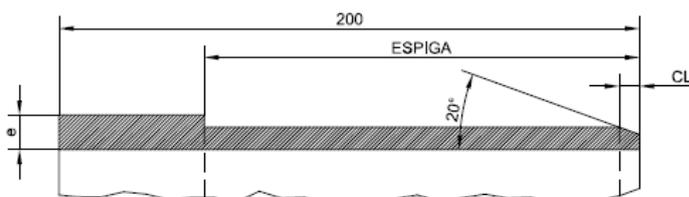
Diseño:

Las piezas especiales metálicas cumplirán las especificaciones siguientes:

- Al menos una cruceta en cada una de las salidas de la pieza especial (si es necesario).
- Las crucetas no dañarán el revestido interior de las piezas tras la retirada en obra de las mismas.
- Un anillo torneado - biselado en cada una de las salidas de la pieza especial para conectar a PRFV mediante junta elástica tipo REKA, de longitud mínima de 17cm y soldado interiormente a la pieza.
- Espiga mecanizada en cada una de las salidas de la pieza especial para conectar a PRFV mediante junta elástica tipo REKA conforme el siguiente esquema:



DETALLE A



DN	e	CL	Espiga	Øe	Ø
450	12	7	150	Variable	Variable
400	12	7	150	Variable	Variable
500	12	7	150	Variable	Variable
600	15	7	180	Variable	Variable
700	15	10	180	Variable	Variable
800	15	10	180	Variable	Variable
900	15	10	180	Variable	Variable
1000	15	10	180	Variable	Variable
1100	15	10	180	Variable	Variable
1200	15	10	180	Variable	Variable
1400	15	10	180	Variable	Variable

- Un manguito de PRFV colocado en cada una de las salidas de la pieza especial, alineado correctamente con la salida correspondiente, en el caso de ir conectada la pieza a una tubería de PRFV.
- La ovalación máxima permitida en cada una de las salidas de la pieza especial será de 2 mm, medida mediante micrómetro de interiores.
- La diferencia de alineación entre salidas enfrentadas dentro de una misma pieza especial, medida mediante micrómetro de interiores como diferencia entre los diámetros interiores de ambas salidas enfrentadas, será como máximo de 2 mm.

Chapas

Acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR según la norma UNE-EN 10025-1: 2006 y UNE-EN 10025-2:2020.

El espesor mínimo de las chapas para las piezas especiales será el especificado a continuación, en función del diámetro nominal de las mismas:

- Piezas de DN entre 1600 y 2000 mm (ambos incluidos): 12 mm .
- Piezas de DN entre 1000 y 1500 mm (ambos incluidos): 10 mm.
- Piezas de DN entre 700 y 900 mm (ambos incluidos): 8 mm.
- Piezas de DN entre 350 y 600 mm (ambos incluidos): 6,4 mm.
- Piezas de DN entre 175 y 300 mm (ambos incluidos): 4 mm.
- Piezas de DN entre 125 y 150 mm (ambos incluidos): 3,6 mm.
- Piezas de DN 100 mm (ambos incluidos): 3,2 mm.
- Piezas de DN 80 mm (ambos incluidos): 2,9 mm.
- Piezas de DN entre 50 y 65 mm (ambos incluidos): 2,3 mm.

El espesor de los anillos será de 15 mm.

Tubos:

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1: 2006 y UNE-EN 10025-2:2020,y UNE-EN 10255:2005+A1:2008 o tipo P235TR1 conforme la norma UNE-EN 10217-1:2003/A1:2005. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220:2004.

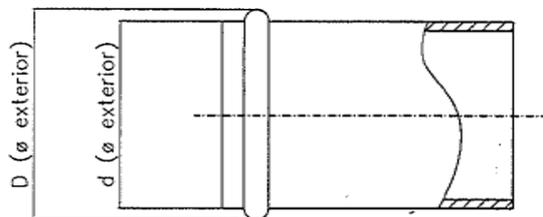
El espesor de los tubos para las piezas especiales será como mínimo el indicado en el presente apartado para las chapas.

Bridas:

Acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1: 2006 y UNE-EN 10025-2:2020 y conforme lo especificado en el presente pliego para bridas.

Campanas:

El diámetro exterior de la zona de alojamiento de la junta elástica de las piezas especiales cumplirá lo especificado a continuación:



CAMPANA METÁLICA PARA CONEXIÓN A TUBERÍAS DE PVC MEDIANTE JUNTA ELÁSTICA			
DN	d(mm.)	D(mm.)	Tolerancia D/d
75-PVC	83	97	±2 mm
90-PVC	102	116	±2 mm
110-PVC	121.5	139	±2 mm
125-PVC	133.5	152	±2 mm
140-PVC	152	171	±2 mm
160-PVC	168.5	191	±2 mm
180-PVC	193	213	±2 mm
200-PVC	213	233	±2 mm
250-PVC	262	291	±3 mm
315-PVC	332	362	±3 mm
400-PVC	417	451	±3 mm

Garras:

Todas las reducciones y los carretes de anclaje de las válvulas tendrán garras cuya disposición, colocación y número de garras cumplirán lo especificados en los siguientes esquemas.

Todas las garras estarán fabricadas con acero corrugado tipo B-500-SD de DN 12 mm y cumplirán el Código Estructural.

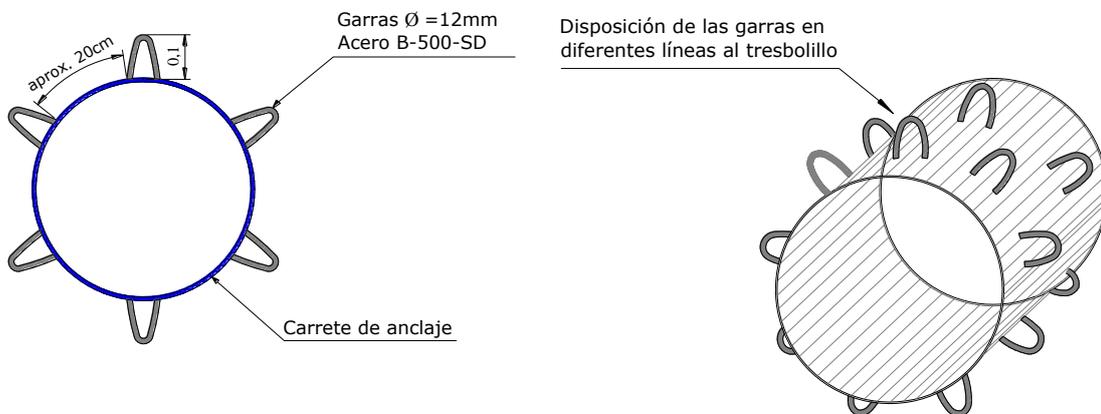
En las piezas especiales de DN menor o igual a 500 mm se colocará como mínimo una fila de garras con 6 garras.

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

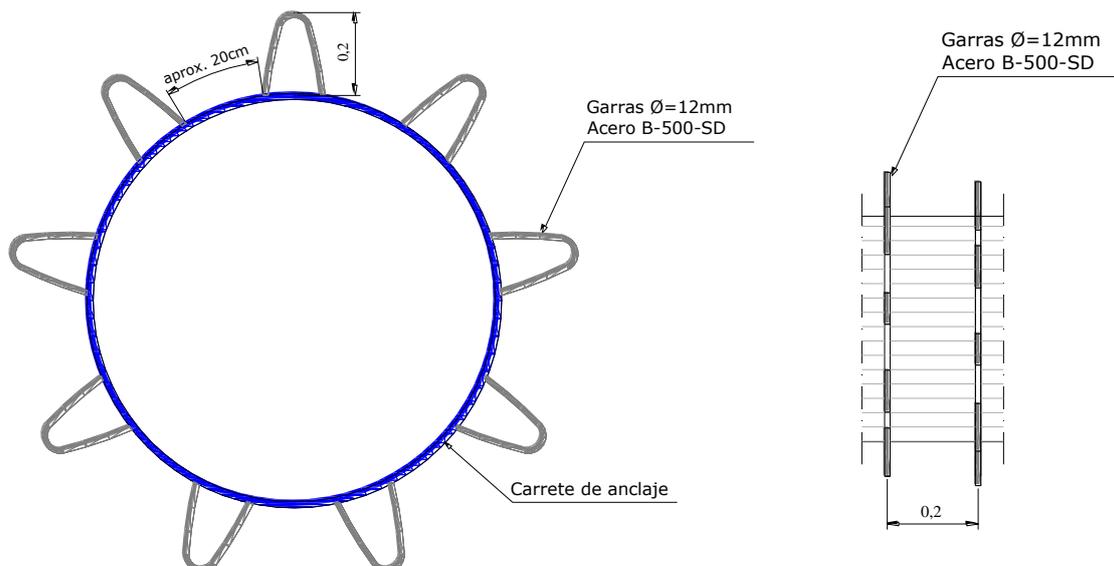
En las piezas especiales de DN mayor de 500 mm y menor de 800 mm se colocará como mínimo una fila de garras con 9 garras.

En las piezas especiales de DN mayor o igual a 800 mm se colocarán como mínimo dos filas de garras, cada una de ellas con 9 garras.

DISPOSICIÓN DE LAS GARRAS PARA CARRETES Y REDUCCIONES $\varnothing \leq 500$ mm



DISPOSICIÓN DE LAS GARRAS PARA CARRETES Y REDUCCIONES $\varnothing > 500$ mm



Juntas:

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Dureza IHRD 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006 y conforme lo especificado en el presente pliego para juntas elastoméricas.

Dimensiones mínimas:

Las longitudes mínimas de las piezas especiales serán las que se indican a continuación.

- Tés y cruces: longitud mínima = 1m.

- Codos: longitud mínima de cada brazo = 70 cm.

- Reducciones:

La longitud del cono de reducción para diámetros de 400 mm y superiores será en base a la norma ANSI/AWWA C208-01

$$L = 4 (D1 - D2)$$

Para diámetro 315 mm e inferiores la longitud del cono de reducción será en base a la norma DIN 2616.

- Longitud mínima total de la reducción:

* Cuando el diámetro mayor de la reducción es 160 mm = 75 cm.

* 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 400mm = 1,75 m.

- Carretes de válvulas de anclaje y de desmontaje: longitud mínima = 1,50 m.

Marcado:

Todas las piezas especiales metálicas se marcarán de manera visible, indeleble e inequívoca de forma tal que se pueda garantizar la trazabilidad de cada una de ellas.

Revestido:

Todas las piezas especiales tanto interior como exteriormente, 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.

- Pintado opción 1: 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 especiales de la Estación de Bombeo y en RAL 5012 para las piezas especiales de la red de riego. El espesor final medio no será inferior a 200 micras.

Polimerizado en horno a 200 °C.

- Pintado opción 2: revestido conforme la norma UNE-EN ISO 12944-5:2020, en los mismos colores que los indicados en la opción 1, con la siguiente clasificación:

* MA: Muy alta.

* C4: Alta.

3.36.2. Control de calidad

El fabricante poseerá Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204: 2006 de todos los elementos metálicos que forma parte de las piezas especiales metálicas, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

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

Las piezas especiales metálicas de la red de riego sólo podrán rasurarse mediante laminado, no se aceptarán piezas ranuradas mediante mecanizado con pérdida de material.

Además, las piezas especiales cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas elastoméricas, lubricantes, revestido, aspecto, soldaduras, ranurados, bridas, etc.

3.37. Pasamuros metálicos

Los pasamuros metálicos cumplirán lo especificado en el presente pliego para las piezas especiales metálicas, tanto en la calidad de los materiales como en el control de calidad.

3.38. Arquetas prefabricadas

Las arquetas prefabricadas cumplirán todo lo especificado en el presente pliego para los elementos prefabricados de hormigón resistente y además cumplirán lo especificado a continuación.

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.

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 20 cm.

Las arquetas se colocarán en obra conforme lo indicado en los planos correspondientes.

Se pueden distinguir 5 tipos diferentes de arquetas:

- Arqueta para hidrante de 4 pulgadas de dimensiones interiores: 1x1,6x0,7
- Arqueta para hidrante de 6 pulgadas de dimensiones interiores: 1x2x0,75
- Arqueta Tipo I de dimensiones interiores: 0,9x0,9x0,9
- Arqueta Tipo II de dimensiones interiores: 1,5x1x1
- Arqueta Tipo III de dimensiones interiores: 2x1,5x1,5

Rejilla

Las arquetas tipo I, II y III que servirán para el alojamiento de ventosas llevarán en ambos laterales una rejilla formada exteriormente por lamas de acero de 1 mm de espesor, galvanizadas en caliente conforme la norma la norma UNE-EN ISO 1461:99, con un espesor medio y espesor mínimo según lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99, e interiormente estará formada por una malla de PVC de 1 mm de paso y perforada con agujeros de tamaño 30 × 30 mm.

Aspecto

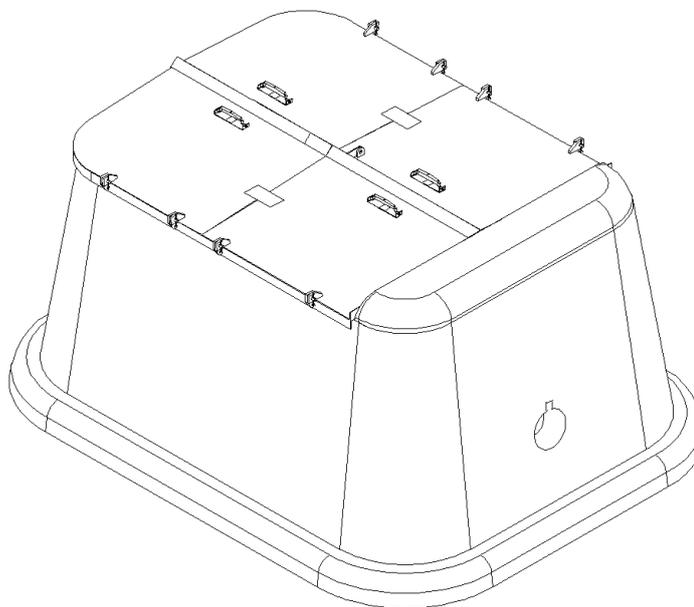
Los elementos prefabricados no presentarán:

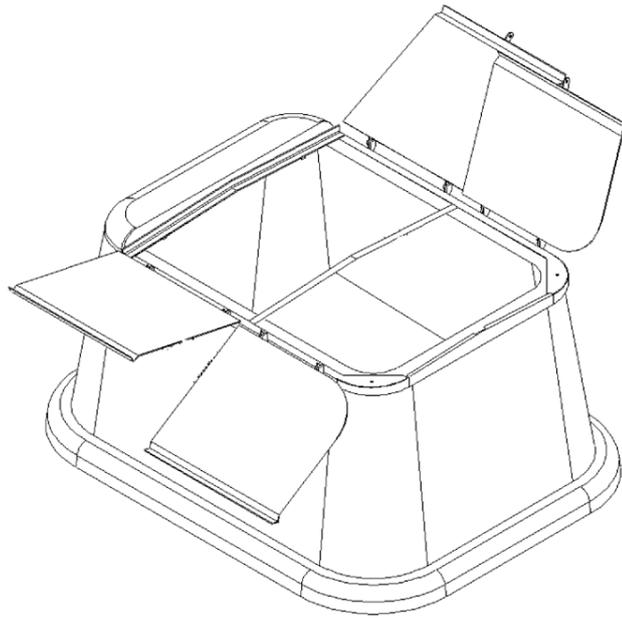
- Coqueras
- Descomposiciones
- Fisuras de retracción
- Fisuras mecánicas
- Discontinuidades

3.38.1. Arquetas de hidrantes

Para hidrantes de 4”:

- Dimensiones interiores de la arqueta = 1,6 x 1,0 x 0,7 m
- Volumen de arqueta = 0,367 m³
- Volumen de tapa = 0,016 m³
- Volumen de hormigón = 0,383 m³
- Peso = 957 kg
- $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$
- $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
- Las características geométricas de dicha arqueta son las indicadas en los siguientes esquemas:

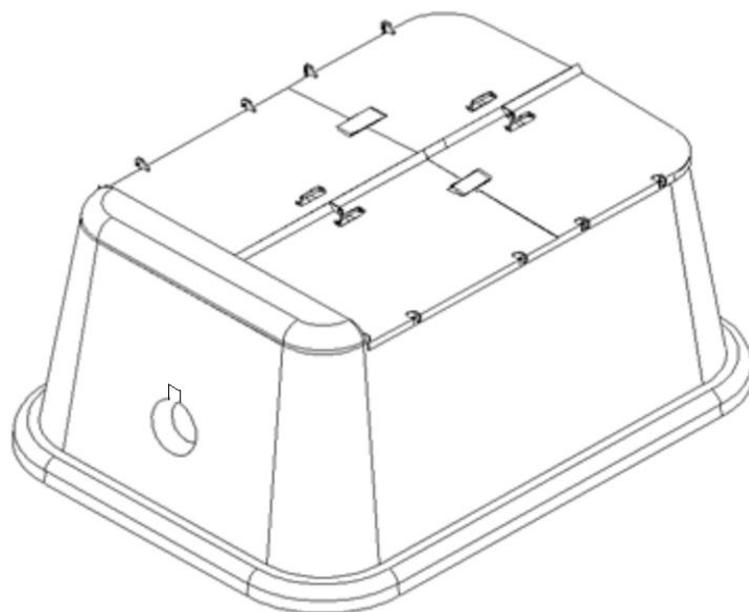




Para hidrantes de 6”:

- Dimensiones interiores de la arqueta = 1 x 2 x 0,75 m
- Volumen de arqueta = 0,446 m³
- Volumen de tapa = 0,018 m³
- Volumen de hormigón = 0,464 m³
- Peso = 1.160 kg
- $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$
- $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

Las características geométricas de dicha arqueta son las indicadas en el siguiente esquema:



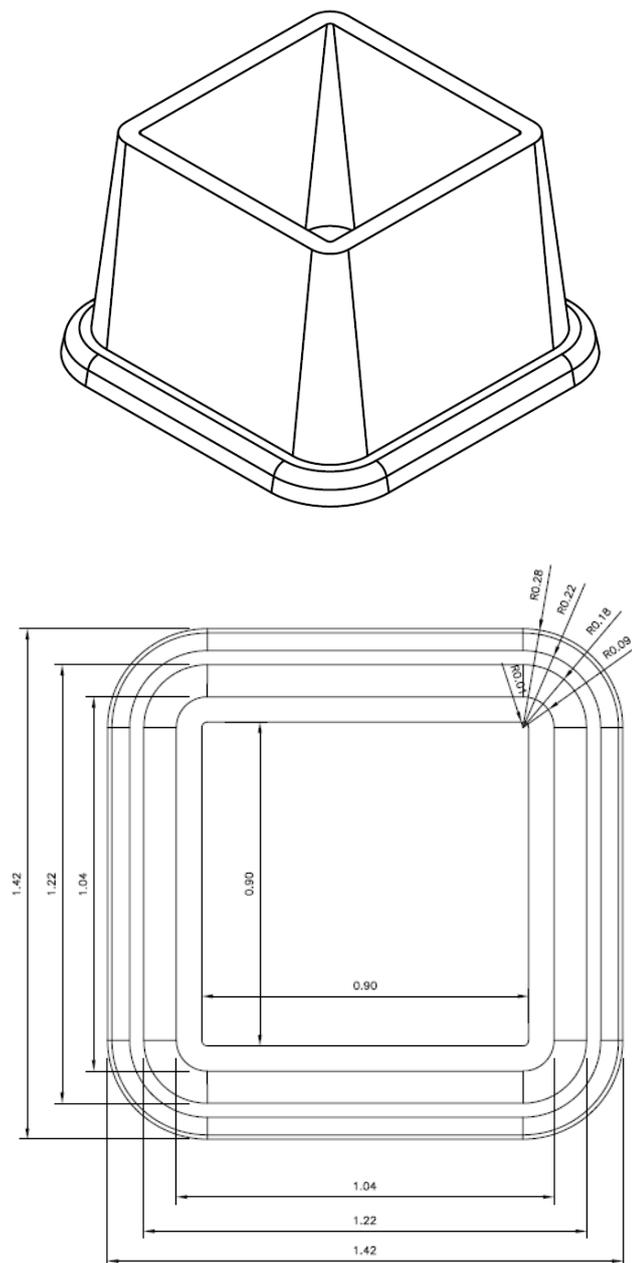
3.38.2. Arquetas de ventosas y válvulas

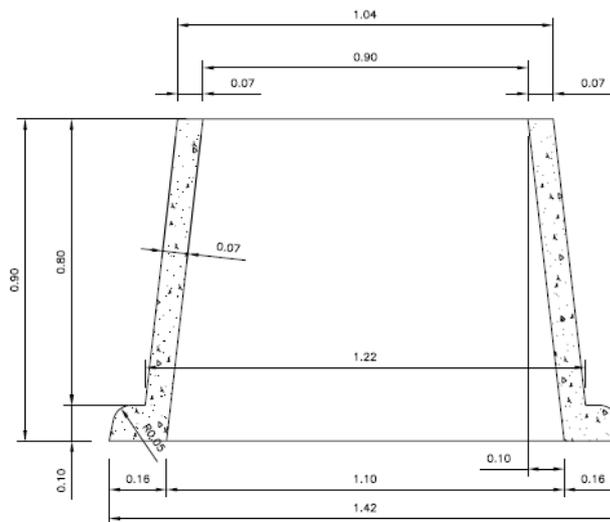
Se distinguen tres tipos de arquetas:

ARQUETA TIPO I

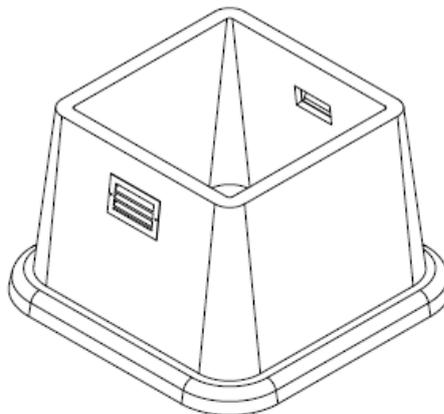
- Dimensiones interiores de la arqueta = 0,9 x 0,9 x 0,9 m
- Volumen de arqueta = 0.330 m³
- Peso = 825 kg
- $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$
- $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

Las características geométricas se indican en los siguientes esquemas:





Las arquetas tipo I que se empleen para alojar ventosas llevarán en ambos laterales un hueco de 0,28 x 0,18 con una rejilla exterior formada por lamas de acero de 1 mm de espesor, galvanizadas en caliente conforme la norma la norma UNE-EN ISO 1461:99, con un espesor medio y espesor mínimo según lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99, e interiormente estará formada por una malla de PVC de 1 mm de paso y perforada con agujeros de tamaño 30 × 30 mm.

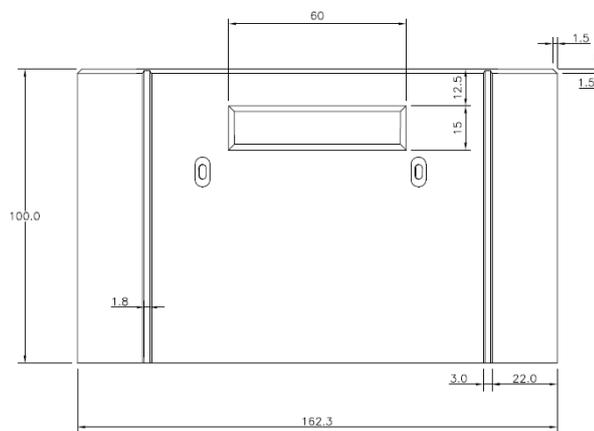
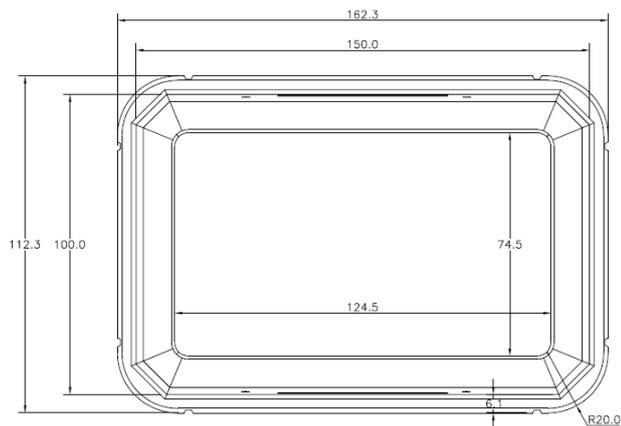
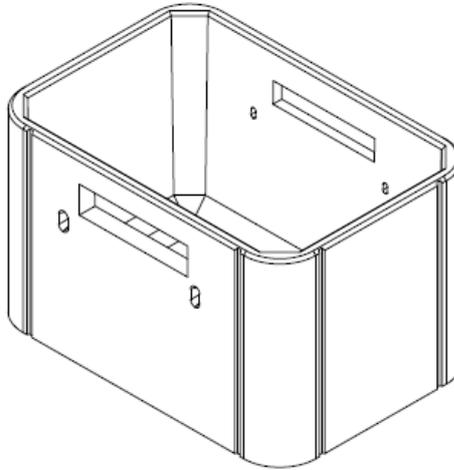


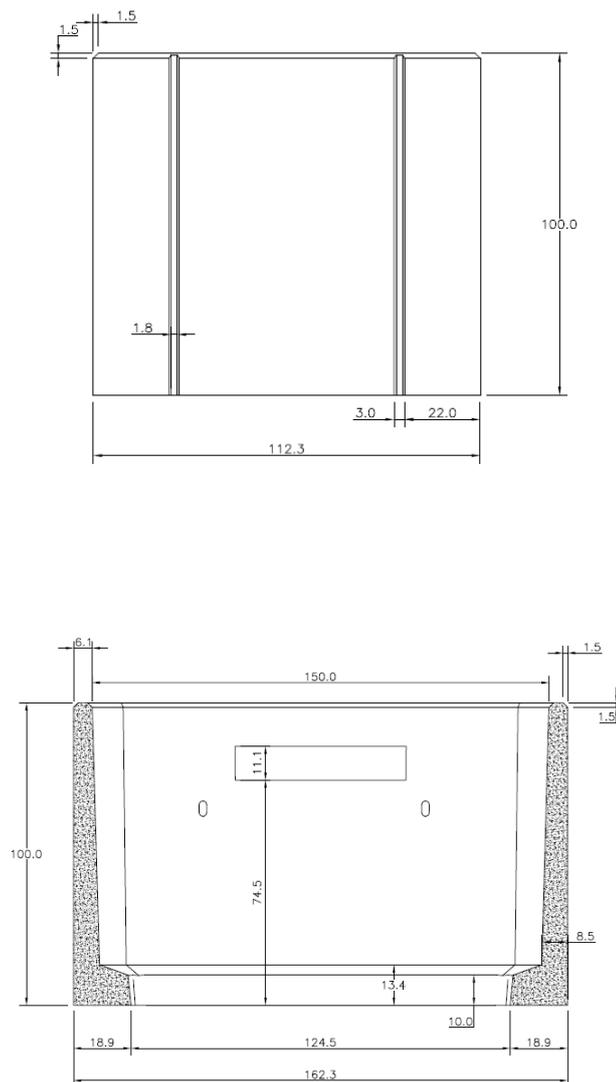
ARQUETA TIPO II

- Dimensiones interiores de la arqueta = 1,5 x 1 x 1 m
- Volumen de arqueta = 0,416 m³
- Peso = 1040 kg
- $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$
- $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

Las características geométricas se indican en los siguientes esquemas:

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES



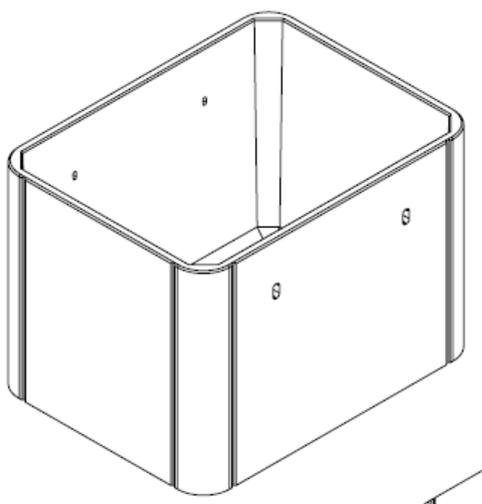


Las arquetas tipo II llevarán en ambos laterales un hueco de 0,6 x 0,15 con una rejilla exterior formada por lamas de acero de 1 mm de espesor, galvanizadas en caliente conforme la norma la norma UNE-EN ISO 1461:99, con un espesor medio y espesor mínimo según lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99, e interiormente estará formada por una malla de PVC de 1 mm de paso y perforada con agujeros de tamaño 30 x 30 mm.

ARQUETA TIPO III

- Dimensiones interiores de la arqueta = 2 x 1,5 x 1,5 m
- Volumen de arqueta = 0,616 m³
- Peso = 2240 kg
- $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$
- $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

Las características geométricas se indican en los siguientes esquemas:



MEDIDAS EXTERIORES		MEDIDAS INTERIOR UTIL	
-ALTO:	1,50 m.	-ALTO:	1,50 m.
-ANCHO:	1,62 m.	-ANCHO:	1,50 m.
-LARGO:	2,12 m.	-LARGO:	2,00 m.
-ESPESOR:	0,06 m.	-ESPESOR:	0,06 / 0,095 m.

Las arquetas tipo III llevarán en ambos laterales un hueco de 0,8 x 0,2 con una rejilla exterior formada por lamas de acero de 1 mm de espesor, galvanizadas en caliente conforme la norma la norma UNE-EN ISO 1461:99, con un espesor medio y espesor mínimo según lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:99, e interiormente estará formada por una malla de PVC de 1 mm de paso y perforada con agujeros de tamaño 30 x 30 mm.

3.39. Marcos, pasos en losa y losas prefabricadas de hormigón armado

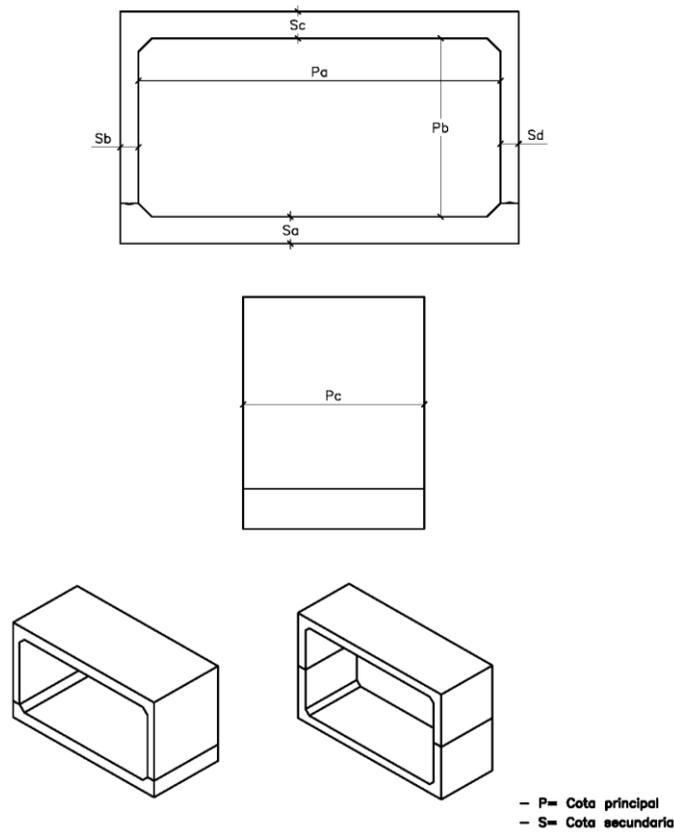
Las arquetas prefabricadas cumplirán todo lo especificado en el presente pliego para los elementos prefabricados de hormigón resistente y además cumplirán lo especificado a continuación.

Dimensiones

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.

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES



Dimensiones en cm									
MARCO BIAPOYADO	Pa	Pa Min.	Pa Max.	Pb	Pb Min.	Pb Max.	Pc	Pc Min.	Pc Max.
1.50x0.70x2.00	1.50	1.48	1.52	0.70	0.69	0.71	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
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

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

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	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159
1.50x0.70x4.00	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159
2.00x1.00x1.00	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159
2.00x1.00x2.00	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159
2.00x1.50x1.00	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159
2.00x1.50x2.00	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159
2.00x2.00x2.00	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159	0.15	0.141	0.159
3.00x1.00x2.00	0.20	0.191	0.209	0.20	0.191	0.209	0.20	0.191	0.209	0.20	0.191	0.209
3.00x1.50x2.00	0.20	0.191	0.209	0.20	0.191	0.209	0.20	0.191	0.209	0.20	0.191	0.209
3.00x2.00x2.00	0.20	0.191	0.209	0.20	0.191	0.209	0.20	0.191	0.209	0.20	0.191	0.209
4.00x1.00x2.00	0.30	0.291	0.309	0.20	0.191	0.209	0.30	0.291	0.309	0.20	0.191	0.209
4.00x1.50x2.00	0.30	0.291	0.309	0.20	0.191	0.209	0.30	0.291	0.309	0.20	0.191	0.209
4.00x2.00x2.00	0.30	0.291	0.309	0.20	0.191	0.209	0.30	0.291	0.309	0.20	0.191	0.209
5.00x2.00x2.00	0.40	0.391	0.409	0.30	0.291	0.309	0.40	0.391	0.409	0.30	0.291	0.309
6.00x2.00x2.00	0.40	0.391	0.409	0.30	0.291	0.309	0.40	0.391	0.409	0.30	0.291	0.309

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

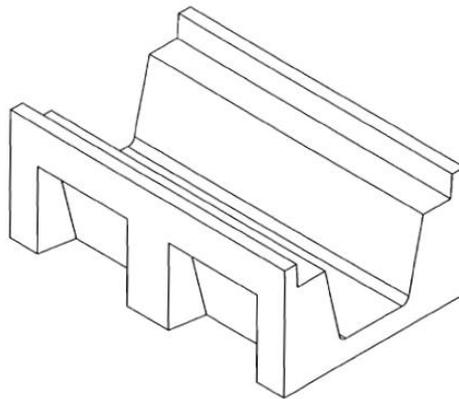
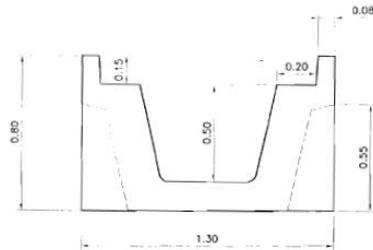
MARCO ARTICULADO	Sa	Sa Min.	Sa Max.	Sb	Sb Min.	Sb Max.	Sc	Sc Min.	Sc Max.	Sd	Sd Min.	Sd Max.
3.00x3.00x2.00	0.20	0.191	0.209	0.20	0.191	0.209	0.20	0.191	0.209	0.20	0.191	0.209
3.00x3.70x2.00	0.20	0.191	0.209	0.20	0.191	0.209	0.20	0.191	0.209	0.20	0.191	0.209
4.00x2.50x2.00	0.30	0.291	0.309	0.20	0.191	0.209	0.30	0.291	0.309	0.20	0.191	0.209
4.00x3.00x1.50	0.30	0.291	0.309	0.20	0.191	0.209	0.30	0.291	0.309	0.20	0.191	0.209
4.00x3.00x2.00	0.30	0.291	0.309	0.20	0.191	0.209	0.30	0.291	0.309	0.20	0.191	0.209
4.00x3.70x2.00	0.30	0.291	0.309	0.30	0.291	0.309	0.30	0.291	0.309	0.30	0.291	0.309

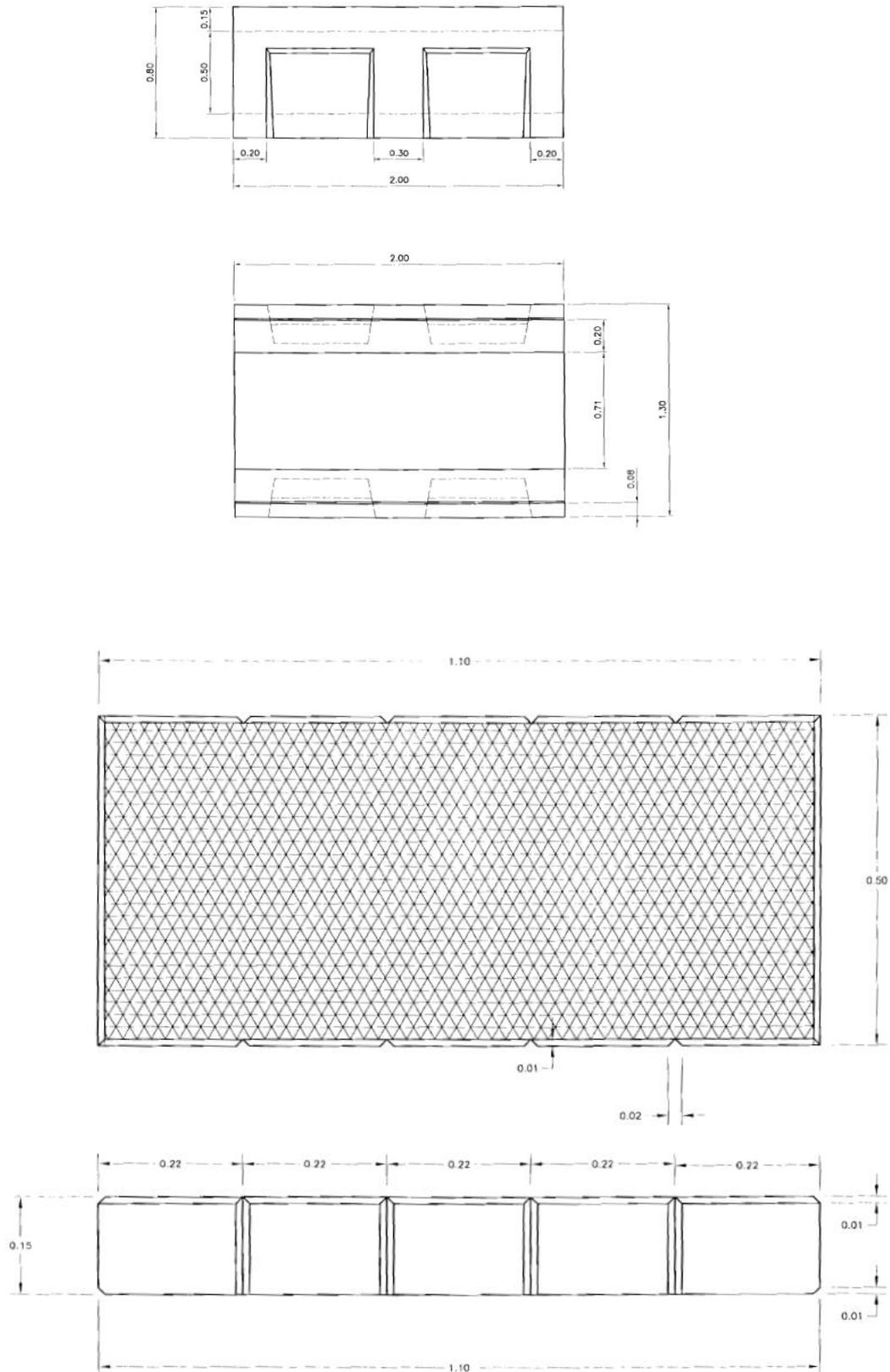
DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

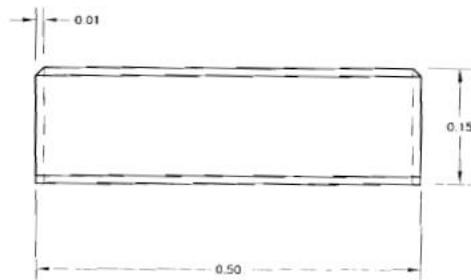
5.00x3.00x2.00	0.30	0.291	0.309	0.30	0.291	0.309	0.30	0.291	0.309	0.30	0.291	0.309
5.00x3.70x1.00	0.30	0.291	0.309	0.30	0.291	0.309	0.30	0.291	0.309	0.30	0.291	0.309
6.00x3.00x2.00	0.40	0.391	0.409	0.30	0.291	0.309	0.40	0.391	0.409	0.30	0.291	0.309
6.00x3.70x2.00	0.40	0.391	0.409	0.30	0.291	0.309	0.40	0.391	0.409	0.30	0.291	0.309

PASOS EN LOSA

Los pasos prefabricados 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.



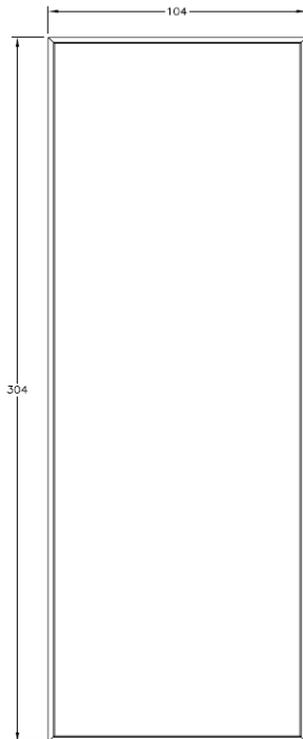




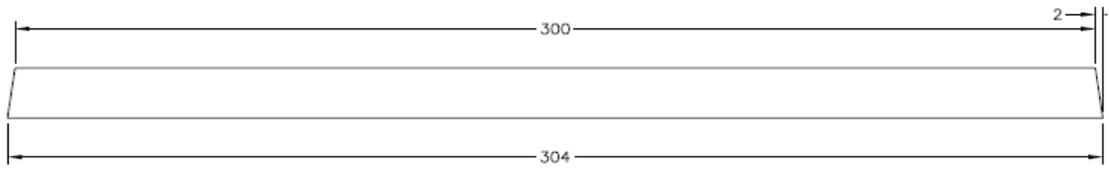
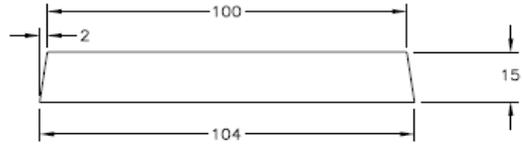
LOSAS PREFABRICADAS PARA PROTECCIÓN DE TUBERÍAS

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.

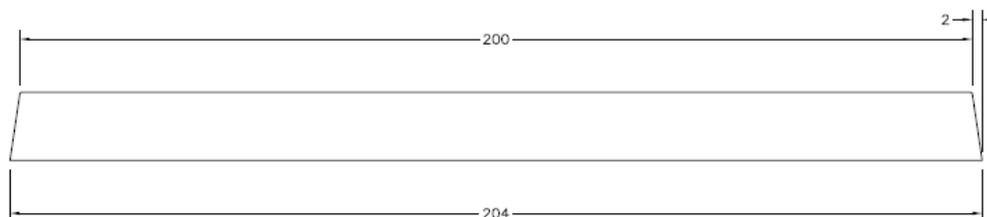
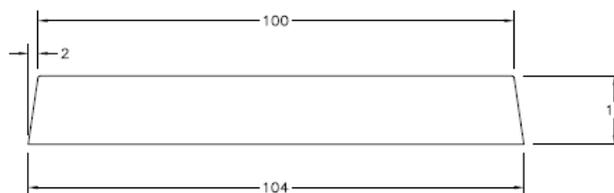
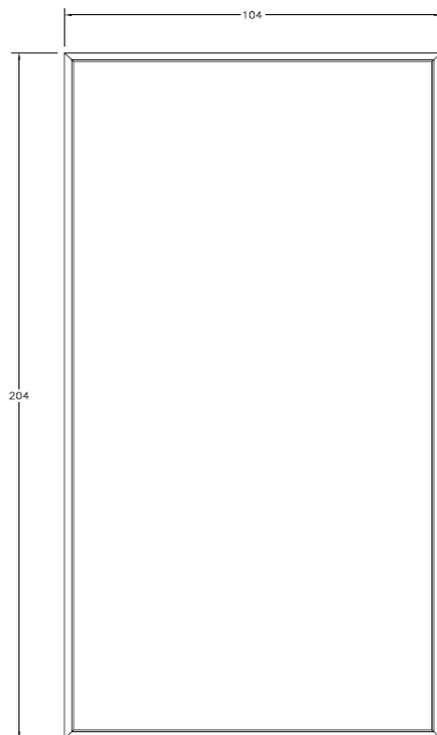


DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES



DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Losa 2,00x1,00x0,15 ó 1,00x 2,00x 0,15 m.



Las losas de protección de la tubería se colocarán en función de lo indicado en la siguiente tabla.

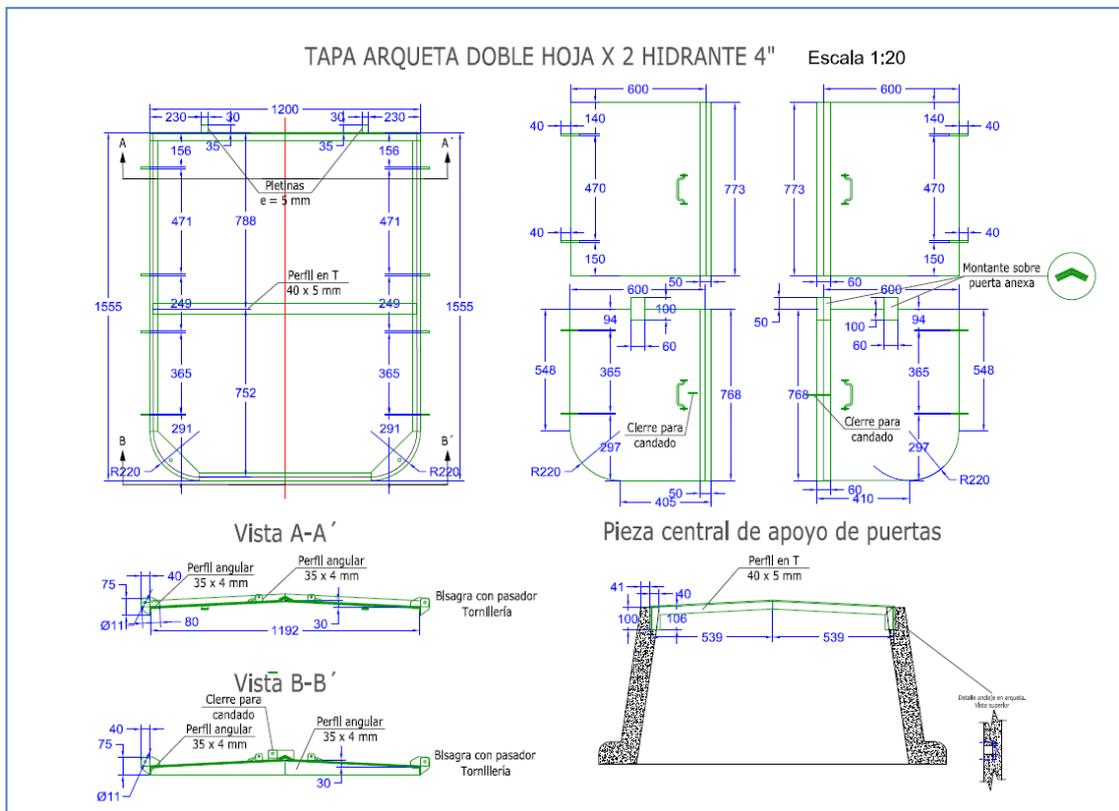
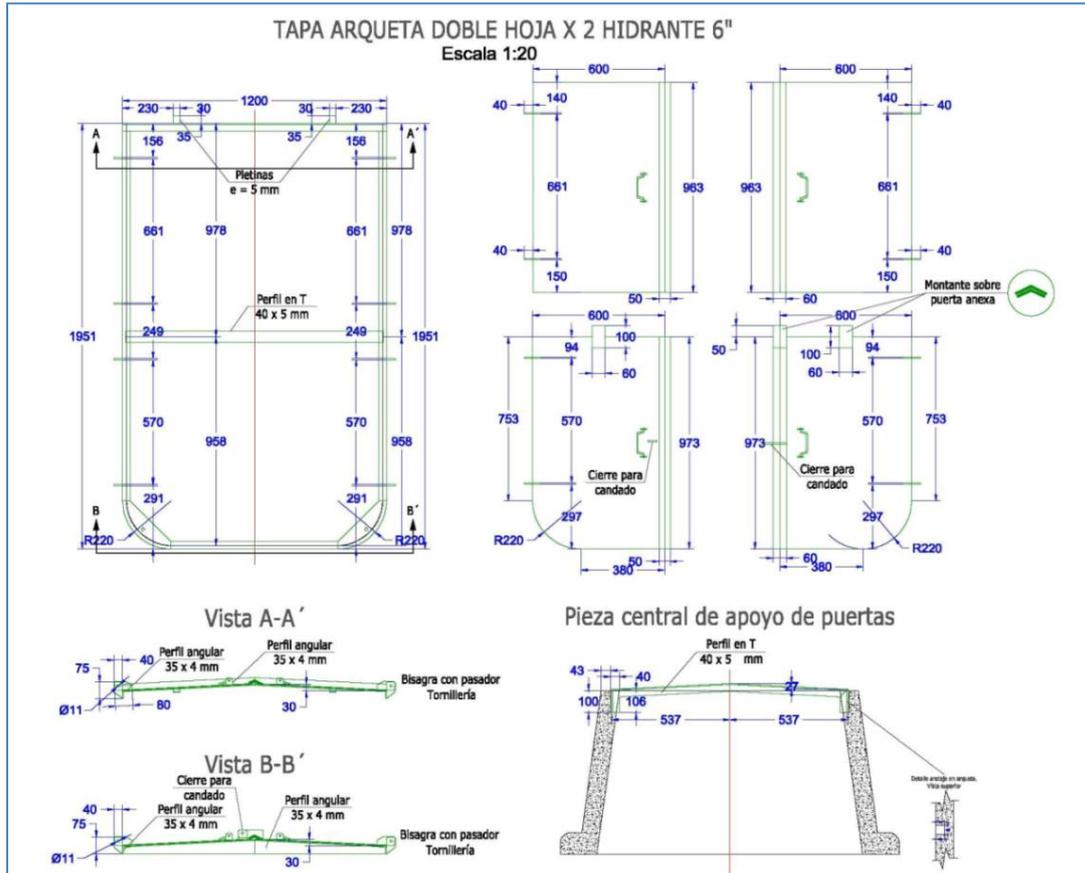
DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

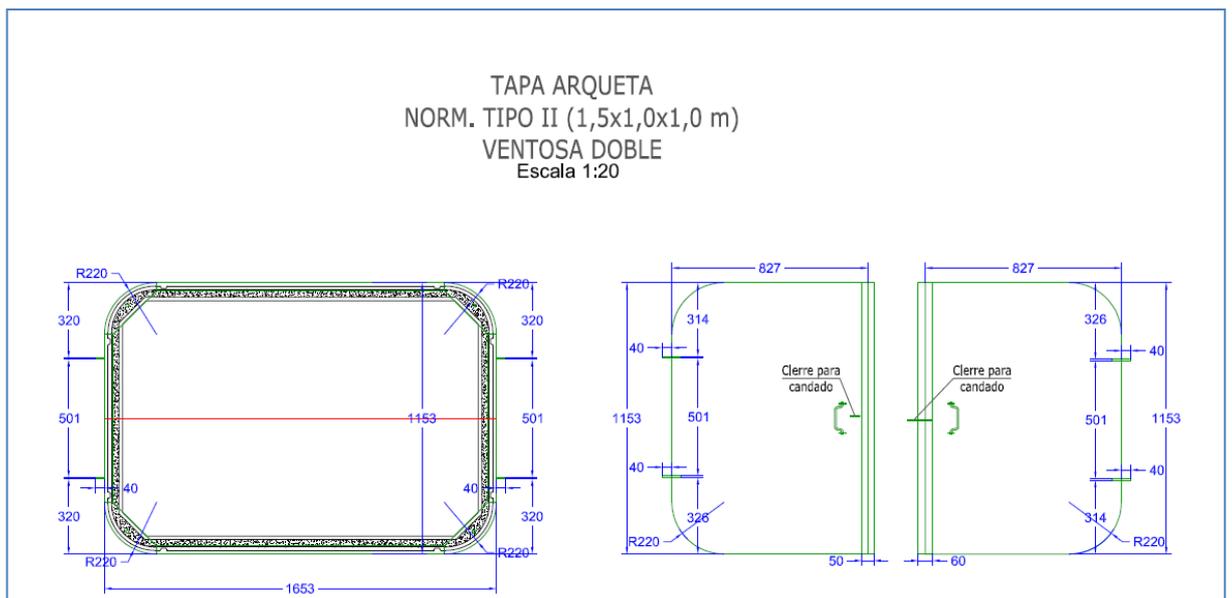
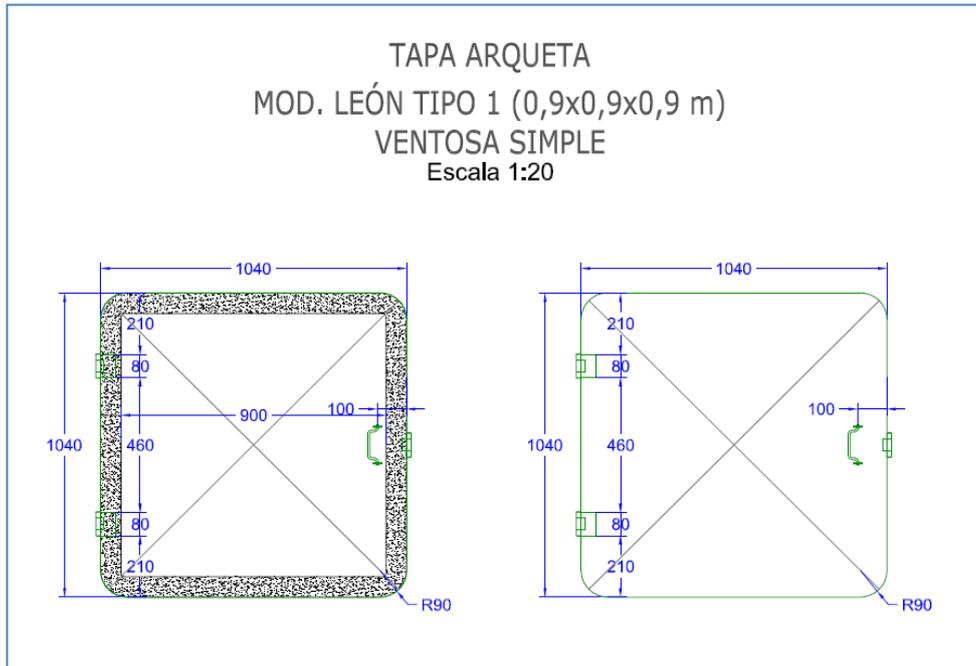
TIPO DE LOSA EN FUNCIÓN DEL DIAMETRO DE LA TUBERÍA					
TALUDES RECTOS EN EXCAVACIÓN					
DIÁMETRO	BASE DE LA ZANJA	SUPERIOR DE LA ZANJA	APOYO SOBRE TERRENO SIN EXCAVAR	ANCHO LOSA MÍNIMO	ANCHO LOSA DEFINITIVO
125	500	500	500	1000	1000
140	500	500	500	1000	
160	500	500	500	1000	
200	500	500	500	1000	
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	
1800	2200	2200	600	2800	
2000	2400	2400	600	3000	
2200	2600	2600	600	3200	
2400	2800	2800	600	3400	3400

3.40. Tapas de arquetas prefabricadas

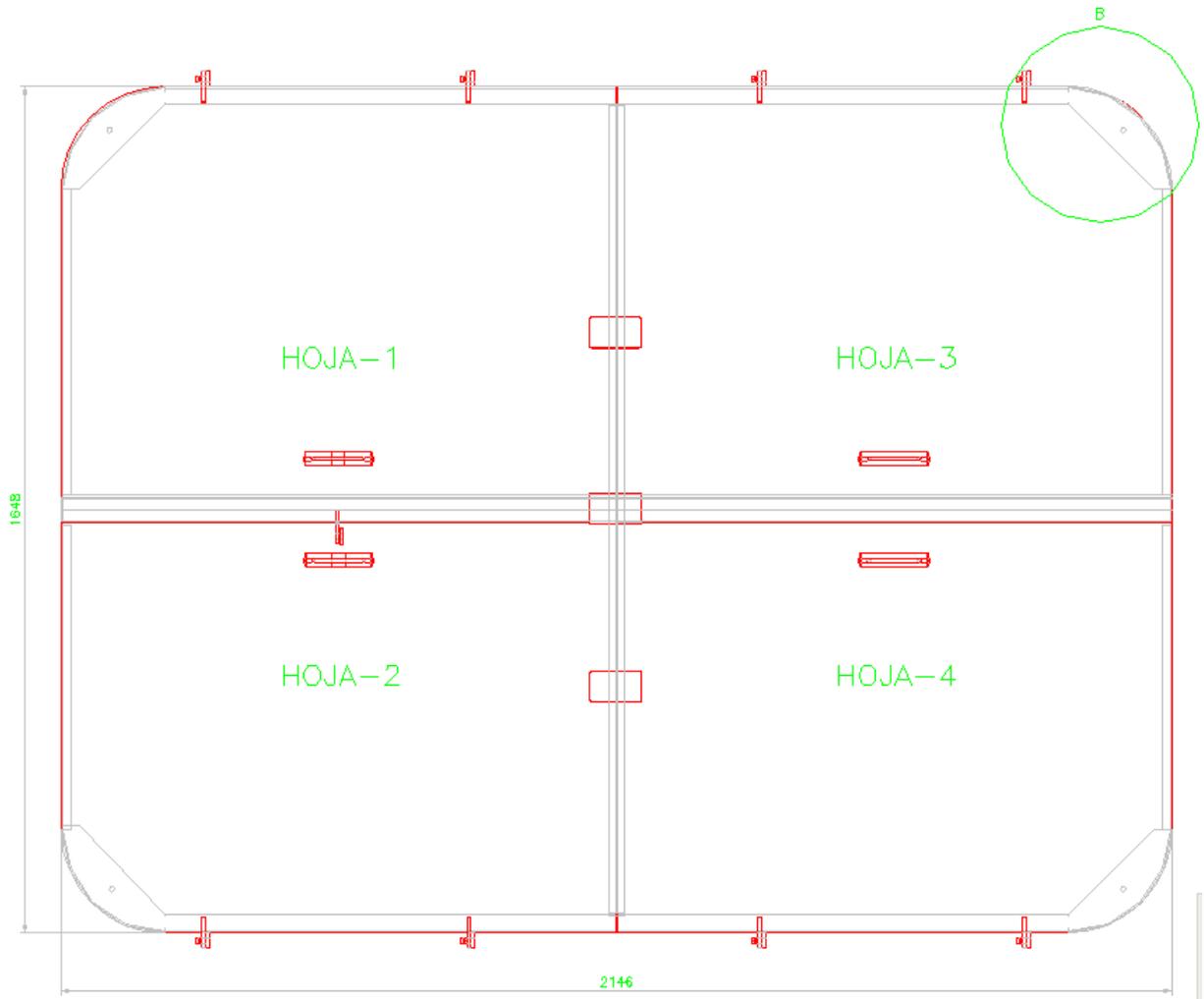
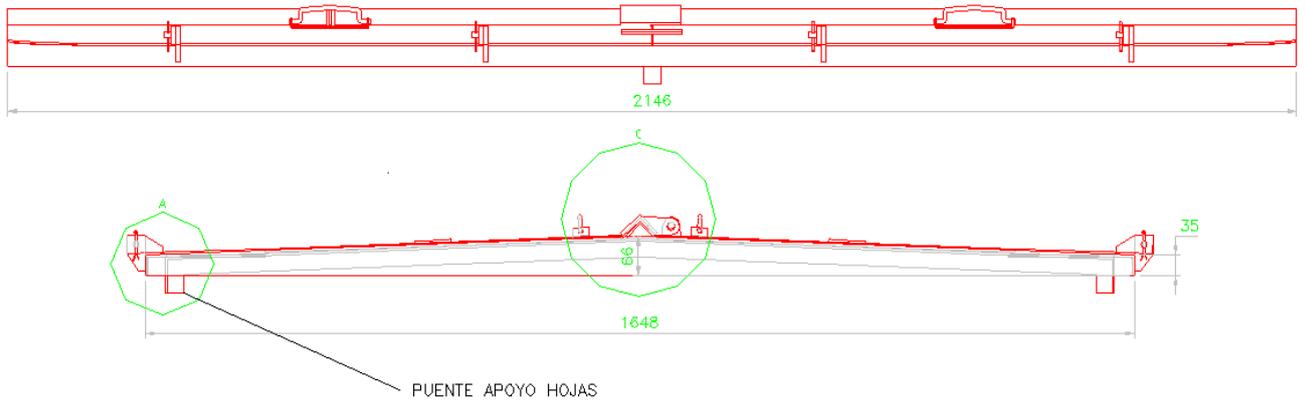
Dimensiones:

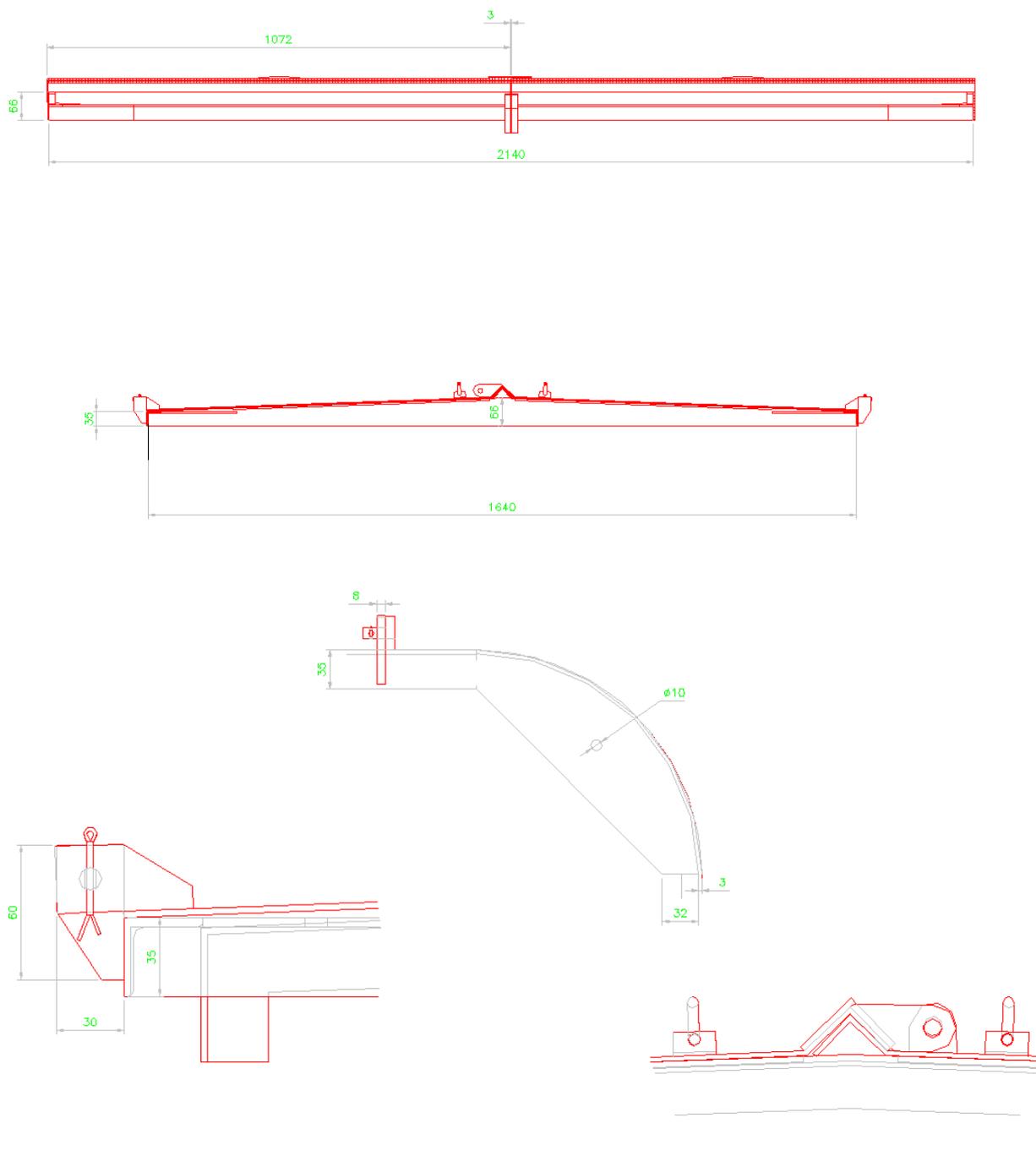
Las tapas de arquetas cumplirán las siguientes dimensiones y esquemas.





Tapas de arquetas de ventosas dobles:





Diseño:

Las bisagras de las tapas se soldarán a la tapa mediante un cordón de soldadura continuo.

Material:

Las tapas serán de acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1:2006 y UNE-EN 10025-2:2020 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 70°C.
- 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 235-240°C.

Protección:

- Primera capa: Cincado electrolítico tipo Fe/Zn12, de espesor superior a 12 micras, conforme la norma UNE-EN 2081:2018.
- Segunda capa: Pintura de poliéster electrostático de espesor superior a 60 micras, en color verde navarra RAL 6005.

3.40.1. Control de calidad

El fabricante poseerá Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204: 2006 de todos los elementos metálicos que forma parte de las tapas, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

Las arquetas cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como revestido, aspecto, soldaduras, etc.

3.41. Carretes de entrada y salida de hidrantes

Los carretes de entrada y de salida de hidrante cumplirán lo especificado en el presente pliego para las piezas especiales metálicas, tanto en la calidad de los materiales como en el control de calidad, con excepción de lo indicado a continuación.

Carretes de entrada:

El carrete de entrada alojará el purgador de 1", una válvula de esfera M-H de 1" y otra de ½" para el transductor de presión conforme el siguiente esquema, la longitud del carrete de entrada será de 400 o 500 mm según el caso.

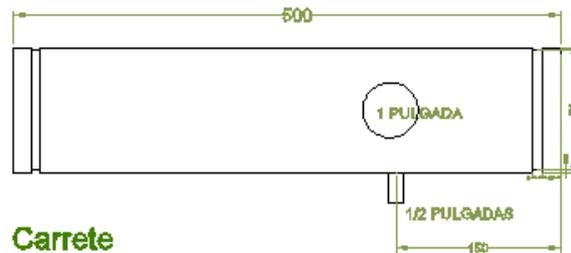
Carretes de salida:

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 de 400 ó 450 mm según el caso. También llevará soldada una derivación de ¼ " con llave de esfera para poder conectar un manómetro en el exterior del hidrante.

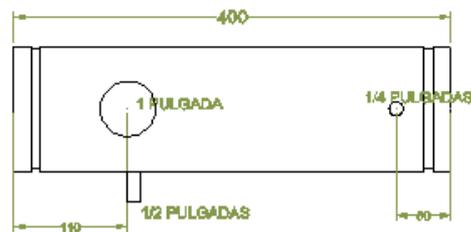
Dimensiones y esquemas:

Los carretes cumplirán la dimensiones y esquemas que se indican a continuación.

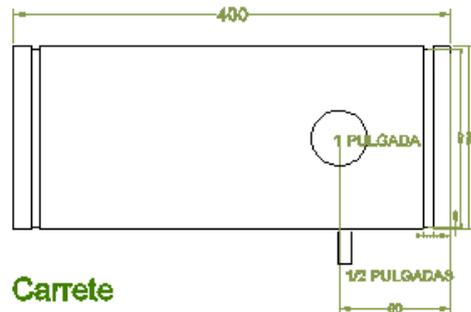
Carrete entrada 4"



Carrete salida 4"



Carrete entrada 6"



Carrete salida 6"



Revestido de los carretes:

El proceso de pintado de los carretes, tanto interior como exteriormente será mediante cataforesis y comprenderá las siguientes fases:

1. Granallado:

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Granallado de la superficie, tanto interior como exteriormente, hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.

2. Primera capa:

Cataforesis, tanto interior como exteriormente, de espesor comprendido entre 16 y 22 micras.

La cataforesis como mínimo, estará formada por las etapas que se indican a continuación:

- Desengrase químico.
- Baño de cataforesis en agua desionizada en un 80-90% y sólidos de pintura en un 10-20%.
- Lavado para la eliminación de los restos de pintura.
- Horneado para la polimerización de la pintura, como mínimo tendrá una duración de 20 minutos a 180 °C.

3. Segunda capa:

Pintura de poliéster de espesor comprendido entre 45 y 65 micras, en color azul RAL 5017 y brillo medio: satinado 55% +/- 10% (medido a 60°C).

Control de calidad:

A mayores de lo indicado en el presente pliego para las piezas metálicas, se comprobará al menos una vez en las instalaciones del fabricante que el proceso de revestido mediante cataforesis es correcto y realiza la totalidad de las fases indicadas en el presente pliego.

3.42. Elementos ranurados de hidrante

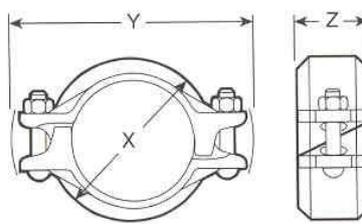
3.42.1. Calidad de los materiales

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 (kPa)	Dimensiones (mm)			Peso (kg)
		X	Y	Z	
60,3	5175	85	147	47	1,0
88,9	5175	115	173	47	1,4
114,3	5175	148	209	53	2,4
168,3	4825	210	275	53	3,8
219,1	4130	268	349	64	6,8
273,0	3.450	327	431	65	10,7
323,9	2.750	377	480	65	12,8

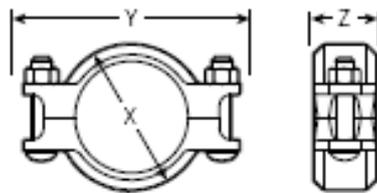


Acoplamientos flexibles

Los acoplamientos flexibles de diámetro nominal superior a 600 mm poseerán orejas de izaje.

Cumplirán la presión de trabajo, dimensiones y pesos máximos que se indican a continuación:

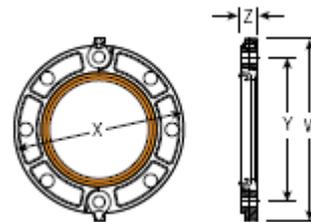
Diámetro nominal (mm)	Diámetro exterior (mm)	Presión de trabajo (kPa)	Dimensiones (mm)			Peso (kg)
			X	Y	Z	
50	60,3	3450	87	133	48	0,8
80	88,9	3450	114	178	48	1,3
100	114,3	3450	147	204	54	1,9
150	168,3	3100	203	281	54	3,2
200	219,1	3100	263	355	59	5,6
250	273,0	6894	346	435	67	12,6
300	323,9	6894	397	489	67	14,1
350	355,6	2413	406	524	114	21,8
400	406,4	2413	464	559	114	26,3
500	508,0	2413	575	689	114	37,2
600	610,0	2413	683	794	114	48,5
700	711,2	2068	819	946	146	99,8
1200	1219,2	1599	1328	1486	165	192,8
1400	1422,2	1206	1550	1718	254	306,6
1600	1625,6	861	1767	1926	254	433,6



Adaptadores a brida

Serán conformes con la norma UNE-EN 1092-1-2:2008 :1998 y cumplirán las dimensiones que se especifican a continuación y su presión máxima de funcionamiento será igual o superior a 20 bar.

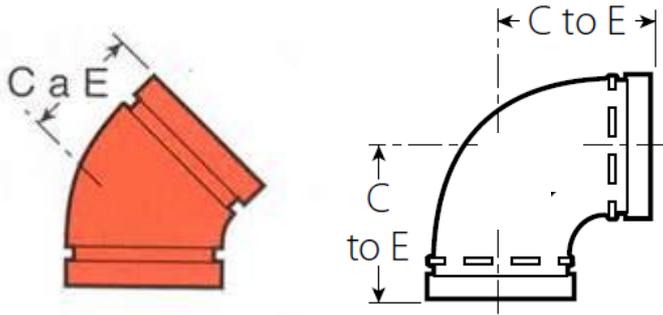
Diámetro exterior (mm)	Dimensiones (mm)			
	W	X	Y	Z
60,30	172	152	121	19
88,9	211	191	152	24
114,3	251	229	191	24
168,3	302	279	241	25
219,1	368	343	298	29



Codos:

Cumplirán las dimensiones que se especifican a continuación.

Diámetro exterior (mm)	C a E (45°)	C a E (90°)
60,3	51	83
88,9	64	108
114,3	76	127
168,3	89	165
219,1	108	197



Cuerpo de acoplamientos, adaptadores y codos:

-Fundición esferoidal ferrítica tipo: DIN 1693 GGG-42, GGG-38./ ASTM A-536-72:grado 65-45-12 / UNE 1563:2012 SS-32.

Junta:

EPDM, grado de dureza IRDH 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006 (GRADO E).

Tornillería:

Hasta Ø200 incluido: Acero al carbono cincada en caliente de color dorado, conforme ASTM A-449 y ASTM A-183 / UNE-EN ISO 887:2000, UNE-EN ISO 4032:2001 y UNE-EN ISO 4033:2001.

Ø superiores a 200 mm: acero al carbono cincada en caliente de color dorado. Tornillos conforme las normas ASTM A-449. Tuercas conforme la norma ASTM A-563.

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 1461:2023.

3.42.2. Control de calidad

El fabricante poseerá Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204: 2006 de todos los elementos metálicos que forma parte de las acoplamientos, adaptadores y codos, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

Los acoplamientos, adaptadores y codos cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas, lubricantes, bridas, ranurados, revestido, aspecto, etc.

3.43. Purgadores de hidrante

3.43.1. Calidad de los materiales

Diseño:

- Directiva de Equipamiento bajo Presión 97/23/CE.
- Purga de 160 m³/h a 16 bar, purga de 100 m³/h a 10 bar.
- Mecanismo de autolimpieza.
- Rosca macho cilíndrica de 1" conforme la norma UNE-EN ISO 228-1:2003 (BSP).
- Tamaño del orificio: 12 mm².

Cuerpo:

Nylon reforzado.

Goma:

EPDM de dureza 56 Shore, conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006.

Posicionador:

Nylon reforzado.

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 reforzado.

Marcado:

Los purgadores estarán marcados de manera visible e indeleble con la siguiente información mínima.

- PN
- Identificación del fabricante
- Norma aplicada

3.43.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa de los purgadores de hidrante que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego.

Los purgadores cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como revestido, aspecto, etc.

3.44. Ventosas trifuncionales

3.44.1. Calidad de los materiales

3.44.1.1. Ventosas tipo 1

Ventosa trifuncional de doble cuerpo.

Características técnicas:

DIAMETRO en "	TIPO UNIÓN	Ø BRIDA	PN (bar)	Entrada de aire		Salida de aire	
				Caudal l/s	Presión diferencial m.c.a.	Caudal l/s	Presión diferencial m.c.a.
1	BRIDAS	1"	10	71	3,5	42	1,5
2	BRIDAS	2"	10	311	3,5	152	1,5
3	BRIDAS	3"	10	650	3,5	424	1,5
4	BRIDAS	4"	10	877	3,5	622	1,5
6	BRIDAS	6"	10	2263	3,5	1414	1,5
8	BRIDAS	8"	10	3678	3,5	2829	1,5

Brida, cuerpo y tapa:

- Ventosas de 1, 6 y 8 “: fundición dúctil EN GJS500 (GGG-50), según la norma UNE-EN 1563:2019.

- Ventosas de 2, 3 y 4 “: fundición dúctil EN GJS400 (GGG-40), según la norma UNE-EN 1563:2019.

Las bridas serán conformes con la norma UNE-EN 1092-1-2:2008.

Deflector:

Fundición dúctil EN GJS500 (GGG-50), según la norma UNE-EN 1563:2019 o acero inoxidable AISI 304.

Flotador:

Acero inoxidable AISI 304.

Tornillería:

Acero zincado de calidad 4.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015.

Junta de estanqueidad:

EPDM y NBR.

Conexiones:

Acero inoxidable.

Partes internas:

Acero inoxidable AISI 304.

3.44.1.2. Ventosas tipo 2:

Ventosa trifuncional de doble cuerpo.

Características técnicas:

DIAMETRO en "	TIPO UNIÓN	Ø BRIDA	Entrada de aire		Salida de aire	
			Caudal l/s	Presión diferencial m.c.a.	Caudal l/s	Presión diferencial m.c.a.
10	BRIDAS	10"	5941	3,5	3819	1,5

Brida, cuerpo y tapa:

Fundición gris EN GJL250 (GG-25), según la norma UNE-EN 1561:2012 (ASTM A126 clase B). Las bridas serán conformes con la norma UNE-EN 1092-2:1998.

Tornillería:

Acero inoxidable A2-70.

Junta de estanqueidad:

Resistente al ozono, según ASTM D 2000, BUNA-N.

Partes internas, flotador y conexiones:

Acero inoxidable ASTM A240 (AISI 304).

3.44.1.3. Ventosa tipo 3:

Ventosa trifuncional de un solo cuerpo con cierre lento.

Características técnicas:

DIAMETRO en "	TIPO UNIÓN	Ø BRIDA	PN (bar)	Entrada de aire		Salida de aire	
				Caudal l/s	Presión diferencial m.c.a.	Caudal l/s	Presión diferencial m.c.a.
4	BRIDAS	4"	10	877	3,5	622	1,5

Brida, cuerpo y tapa:

Fundición dúctil EN GJS400 (GGG-40), según la norma UNE-EN 1563:2019.

Las bridas serán conformes con la norma UNE-EN 1092-2:1998.

Leva y partes internas:

Acero inoxidable AISI 304.

Tornillería:

Acero zincado de calidad 4.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2000.

Junta de estanqueidad:

EPDM y NBR.

Conexiones:

Tubos de bronce y latón.

3.44.1.4. Marcado

Las ventosas se 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”

3.44.1.5. Purgadores

Todos los purgadores presentarán en su parte inferior un orificio de comprobación de presiones con llave de purga tipo válvula de esfera roscada de ¼” M-H antihielo.

Cuerpo y tapa:

Fundición dúctil según la norma UNE-EN 1563:2019.

Asiento:

Resistente al ozono, según ASTM D 1149, BUNA-N.

Tornillería:

Acero inoxidable A2-70.

Flotador, levas y partes internas:

Acero inoxidable AISI 304 (ASTM A240 A582).

Los purgadores de las ventosas tendrán los siguientes orificios de purga, diámetros de conexión y presiones de funcionamiento.

Orificio de purga (")	Caudal (l/s)	Diámetro de conexión (mm)	Presión de funcionamiento (kg/cm ²)
5,64	4,5	25	10
1/4	46,2	25	10
5/16	68,56	50	10
3/4	72,23	76	1

3.44.2. Control de calidad

El fabricante aportará Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de cada elemento metálico que forma parte de las ventosas garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

Como mínimo se realizarán en las instalaciones del fabricante, conforme la norma UNE-EN 1074 correspondiente 3 ensayos completos de cada uno de los tipos de ventosas y purgadores, entendiéndose por

tipo de ventosa diámetro nominal, presión nominal y fabricante y como tipo de purgador el orificio de purga y fabricante.

Se entiende por ensayo completo un ensayo de prueba hidrostática y un ensayo de prueba neumática conforme lo especificado a continuación.

Prueba hidrostática:

Consiste en lo indicado a continuación:

1. Llenar la ventosa con agua para que se levante el flotador y cierre la ventosa, a la presión de la red.
2. Inspección del asiento buscando pérdidas.
3. Bajar la presión hasta el mínimo del rango, 0,5 bar.
4. Inspección del asiento buscando pérdidas.

Mantener la presión durante al menos 60 segundos para ventosas de diámetro nominal inferior o igual a 150 mm, y al menos 120 segundos para el resto de las ventosas.

5. Subir la presión interna de la ventosa hasta 1,5 veces la presión máxima de trabajo.
6. Inspeccionar asiento, juntas y cuerpo buscando fugas de agua.
7. Bajar la presión a 1,1 veces la presión nominal.
8. Inspección del asiento buscando pérdidas.

Mantener la presión durante al menos 60 segundos para ventosas de diámetro nominal inferior o igual a 150 mm, y al menos 120 segundos para el resto de las ventosas.

9. Vaciar la ventosa.

Prueba neumática:

Una vez finalizada la prueba hidrostática, se procede a realizar la prueba neumática consistente en lo indicado a continuación:

1. Llenar con agua y comprimir hasta la presión máxima de trabajo.
2. Permitir la entrada de aire comprimido y eliminar agua para mantener la presión.
3. Verificar que el orificio de purga abre y elimina el aire en presión.
4. Vaciar la ventosa.

Además, las ventosas cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas, bridas, revestido, aspecto, etc.

3.45. Válvulas de mariposa ranuradas

3.45.1. Control de calidad

Diseño

- Bridas: no lleva, ranuradas compatible con el sistema Victaulic o similar.
- Distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2022.
- La válvula deberá poderse desmontar de forma que no se produzca deterioro alguno en sus elementos, pudiendo retirarse y reponerse el engranaje, el disco y/o el vástago, sin que se produzca ningún tipo de daño al revestido de la válvula.
- La presión nominal será de PN16.

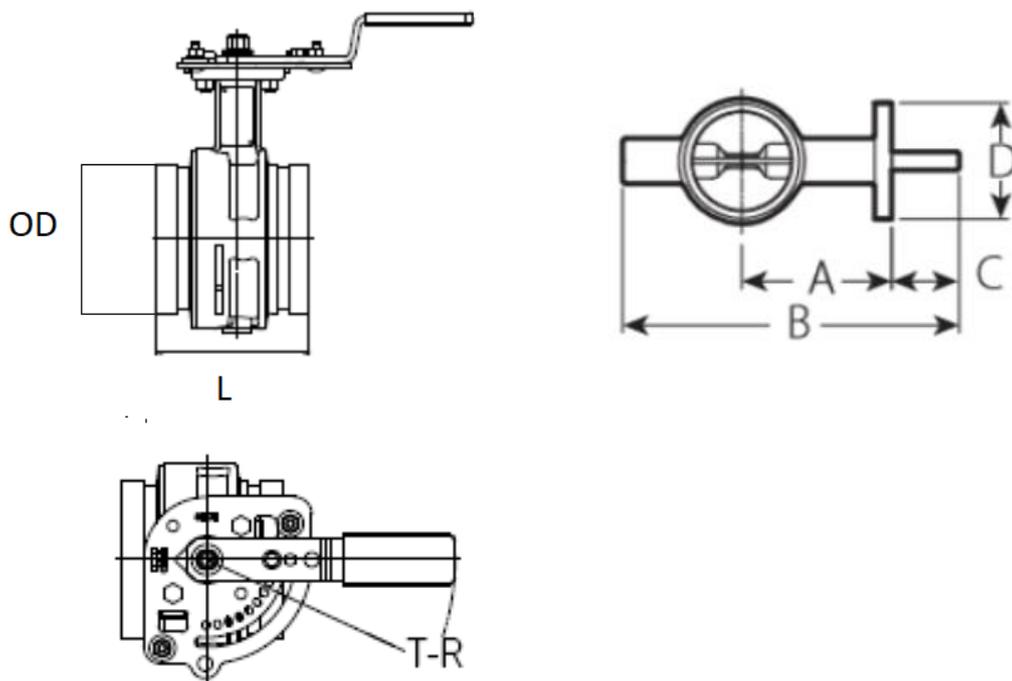
- Temperatura de trabajo 0°C a 40°C.
- Válvulas con palanca: El accionamiento y la propia válvula dispondrán de pletina conforme la norma UNE-EN ISO 5211:2018.
- Válvulas con reductor: El reductor y la propia válvula dispondrán de pletina conforme la norma UNE-EN ISO 5211:2018.
- Los reductores serán manuales con volante.
- Par máximo de maniobra de las válvulas sin tener en cuenta el reductor, a 16 bares:

Diámetro (mm)	Par máximo Nm (a PN 16 bar)
50	35
80	65
100	85
150	135
200	250

Dimensiones y pesos máximos de las válvulas con palanca:

A continuación, se detallan las dimensiones de las válvulas requeridas, así como su peso máximo.

La longitud (L) permitirá una variación máxima del $\pm 1,5\%$ y la medida del diámetro exterior (O.D.) no debe diferir en más de un $\pm 1\%$ del valor de referencia. Los parámetros A, B, C y D pueden superar los valores indicados en más de un 5% y la longitud de T-R podrá variar en un 10% .



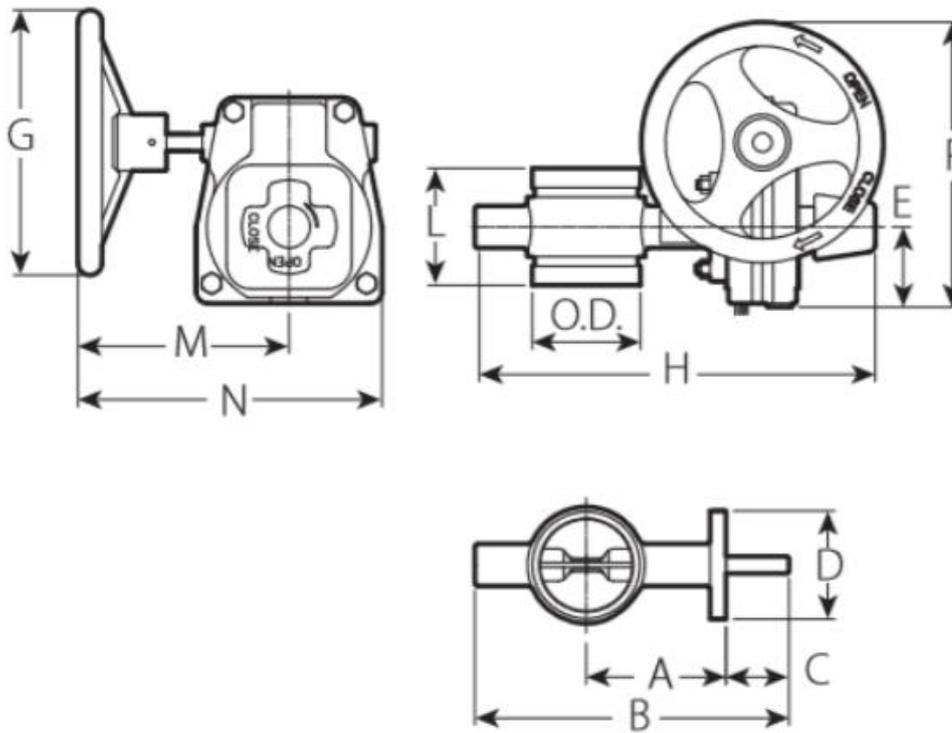
DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Diámetro [mm]	Diámetro exterior OD [mm]	L [mm]	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	T-R [mm]	Peso con palanca [Kg]
50	60,3	83	98	225	51	89	178	8,1
80	88,9	98	114	260	51	89	178	9,3
100	114,3	117	146	311	51	89	215	11,8
150	168,3	149	181	378	51	89	304,8	18,2

Dimensiones y pesos máximos de las válvulas con volante y reductor:

A continuación, se detallan las dimensiones de las válvulas requeridas, así como su peso máximo.

La longitud (L) podrá presentar una variación máxima del +-1,5% y la medida del diámetro exterior (O.D.) podrá presentar una variación máxima de un +-1% del valor de referencia. Ninguno del resto de parámetros puede superar los valores indicados en más de un 5%.



Diámetro [mm]	Diámetro exterior [mm]	L [mm]	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	F [mm]	G [mm]	H [mm]	M [mm]	N [mm]	Peso con volante [Kg]
50	60,3	83	98	225	51	89	64	191	114	295	140	216	8,1
80	88,9	98	114	260	51	89	64	191	114	324	140	216	9,3
100	114,3	117	146	311	51	89	64	191	114	378	140	216	11,8
150	168,3	149	181	378	51	89	64	216	165	445	140	216	18,4
200	219,1	133	200	451	73	127	83	279	206	530	191	295	28,4

Cuerpo:

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Fundición dúctil en una sola pieza tipo: DIN 1693 GGG-50./ ASTM A-536:grado 65-45-12 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1563:2019.

Disco:

Fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50./ ASTM A-536:grado 65-45-12 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1563:2019.

El disco estará encapsulado de caucho tipo EPDM de doble labio.

Asiento y juntas del eje:

EPDM, grado de dureza IRDH 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006. (GRADO E).

Eje:

Acero inoxidable tipo 410 conforme con la norma ASTM A-582.

La sección mínima del eje será de 180 mm².

El eje superior llevará al menos dos juntas tóricas

Anillo de retención del eje:

Acero al carbono.

Tornillería de las válvulas:

Acero inoxidable AISI 304.

Tornillería de los reductores:

Acero Carbono.

Volante:

Fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50/ ASTM A-536:grado 65-45-12 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1563:2019.

Reductor:

El material de la corona dentada y del tornillo sin fin serán de fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50/ASTM A-536: grado 65-45-12 / SS-32 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1563:2019.

No existirá contacto directo entre el tope de regulación de la corona y ninguno de los dientes de la corona que comprende el engranaje.

Revestido interior y exterior del cuerpo:

Resina epoxi de espesor superior o igual a 300 micras, en color azul.

Marcado:

Las válvulas se 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

3.45.2. Control de calidad

El fabricante aportará Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de cada elemento metálico que forma parte de las válvulas, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

Además, las valvulas cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas, ranurado, revestido, aspecto, etc.

3.46. Válvulas de esfera

3.46.1. Calidad de los materiales:

Diseño:

Presión nominal 60 bar (PN-60)

Temperatura máxima de uso 150°C

Temperatura mínima de uso -10°C

Sistema anti-fuga en el eje.

Esfera cromada, anti-cal y anti-hielo.

Kv para ½" 17 ((m³/h)/(bar)^{1/2})

Kv para 1" 58 ((m³/h)/(bar)^{1/2})

Materiales:

Material del cuerpo Latón CW617N, según UNE-EN 12165.

Material de la tapa Latón CW617N, según UNE-EN 12165.

Eje Latón CW617N, según UNE-EN 12164.

Asiento PTFE válidos para el contacto con agua potable.

Junta de estanqueidad EPDM.

Maneta de acero inoxidable AISI-304, mariposa de latón y cuadrado de latón

3.46.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa de las válvulas de esfera que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego.

3.47. Tes de 1"

3.47.1. Calidad de los materiales:

Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:2012.

3.47.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa de las tés que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego.

3.48. Manguito de 1/8”

3.48.1. Calidad de los materiales:

Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:2012.

Conexiones hembra - hembra tipo ISO 7/1 (filtro cazapiedras).

3.48.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa de los manguitos que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego.

Las válvulas de esfera cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como revestido, aspecto, etc

3.49. Manguito de rosca inferior de 1”

3.49.1. Calidad de los materiales:

Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:2012.

Rosca cilíndrica conforme la norma UNE-EN ISO 228-1:2003 (BSP).

3.49.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa de los manguitos que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego.

3.50. Tubo de rosca inferior de 1”

3.50.1. Calidad de los materiales:

Fundición gris para soldar en negro, conforme la norma UNE-EN 1561:2012.

Rosca cilíndrica conforme la norma UNE-EN ISO 228-1:2003 (BSP).

Longitud del tubo: 19 mm.

3.50.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa de los tubos que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego.

3.51. Filtro cazapiedras

3.51.1. Calidad de los materiales:

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 un tapón superior desmontable y ranurado para

permitir la limpieza interior del filtro y una salida de 1/2" en la parte más baja del filtro, ambos elementos conforme lo especificado en los planos correspondientes.

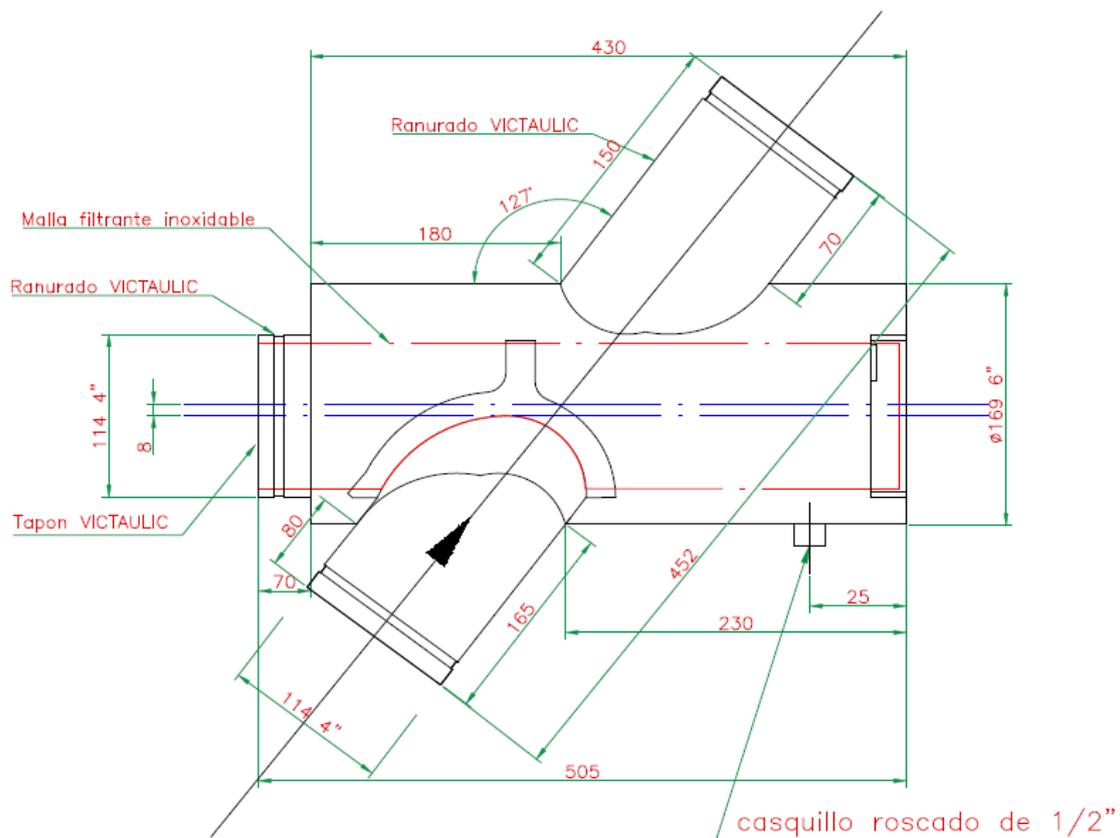
El cuerpo del filtro se fabricará a partir de tubos.

El casquillo roscado de 1/2" estará lo más abajo posible para facilitar la realización de la cataforesis.

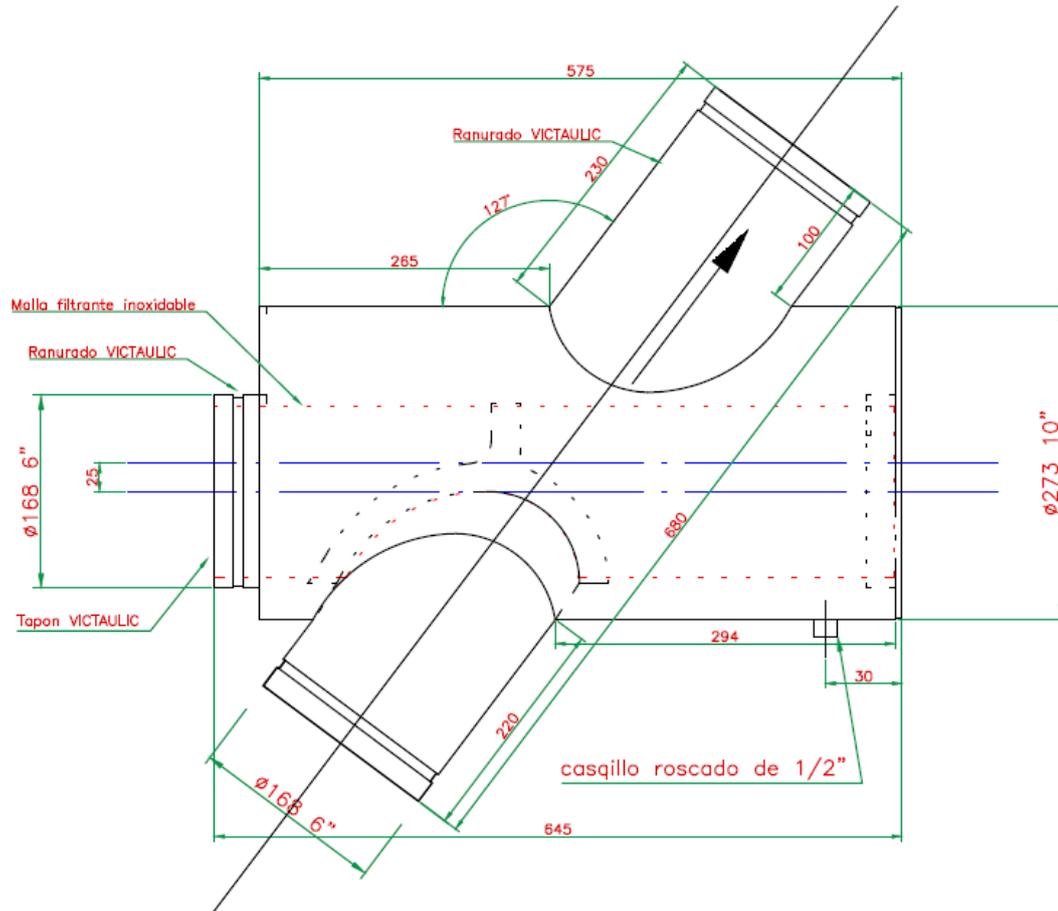
La malla filtrante dispondrá de un asa interior en su parte superior para facilitar la extracción de la misma.

Dimensiones

Los filtros cazapiedras cumplirán las especificaciones dimensionales que se indican a continuación:



Filtro de 4"



Filtro de 6"

Malla filtrante:

Acero inoxidable X5CrNi18-10 (AISI 304) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, con un espesor igual o superior a 1,5 mm. La malla estará perforada con agujeros de diámetro igual a 3 mm, separados 5 mm entre ejes.

La zona superior no perforada del cilindro se encontrará ligeramente doblada hacia el cuerpo del filtro para realizar un cierre estanco con el reborde del ranurado, además en esta zona dispondrá de un asa redonda para su extracción.

La tapa inferior ciega dispondrá de un único orificio de 10 mm de diámetro donde se introducirá el tetón situado en el cuerpo del filtro para mantener su posición respecto al mismo.

La malla dispondrá de canteras de protección y refuerzo en la zona de entrada del agua.

Cuerpo del filtro y tapas:

Acero inoxidable X2CrNi18-9 (AISI 304L) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, con un espesor igual o superior a 3,6 mm.

La tapa inferior constará de un tetón de 8 mm de grosor y 10 mm de altura, que se incrustará en la parte inferior de la malla filtrante para mantener fija la posición de ésta respecto al cuerpo del filtro.

Protección:

Todas las soldaduras serán tratadas mediante un proceso de decapado químico y pasivado.

En el caso de realizarse las soldaduras a penetración completa también se realizará dicho proceso de decapado químico y pasivado interiormente.

Las soldaduras se tratarán después de realizarse el control de calidad de las mismas y su limpieza exhaustiva.

3.51.2. Control de calidad

El fabricante poseerá Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204: 2006 de todos los elementos metálicos que forma parte de los filtros cazapiedras, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

Los filtros cazapiedras sólo podrán rasurarse mediante laminado, no se aceptarán piezas ranuradas mediante mecanizado con pérdida de material.

Además, los filtros cazapiedras cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como revestido, aspecto, soldaduras, ranurados, etc.

3.52. Válvulas hidráulicas

3.52.1. Calidad de los materiales

3.52.1.1. Válvulas

Diseño:

- Bridas: no lleva, son ranuradas compatible con el sistema Victaulic o similar.
- El diafragma será de asiento plano, accesible y recambiable. Sin tener que retirar la válvula del hidrante.
- Filtro autolimpiable integrado en la válvula.
- Los pilotos estarán precintados de forma tal que impida, tanto antes como después de la instalación de los mismos, la modificación de su tarado, sin deterioro de dicho precinto.

Dimensiones y pesos máximos:

Hidrante	Dimensiones máximas (mm)		Peso (kg)
	Largo	Alto (incluido el detector de posición)	
3"	250	230	10,6
4" rectas	320	261	16,2
4" en ángulo	218	293	16
6"	415	387,5	49

Cuerpo y tapa: fundición de nodular EN-GJS 350 (GGG-35), conforme la norma UNE-EN 1563:2019.

Diafragma: caucho natural reforzado (NR) conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:2006.

Muelle: acero inoxidable AISI 302.

Alojamiento del muelle: latón.

Microtubo: polietileno de baja densidad PE 32, conforme con la norma UNE 53367-1:2014.

Racorería: poliamida.

Tornillería exterior: acero enchapado con zinc-cobalto.

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.

Pintado electrostático: pintura poliéster con espesor mínimo de 150 micras.

Marcado:

Las válvulas se 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"

3.52.1.2. Indicador de posición:

Conexión a la válvula, cobertura y tuerca del soporte: latón

Indicador, tuerca de bloqueo, tornillo de bloqueo y anillos de retención: acero inoxidable.

Asientos: NBR.

Soporte: revestido de acero.

Los indicadores de posición poseerán final de carrera.

3.52.1.3. Pilotos reguladores de presión y limitadores de caudal

Diseño: de 2 vías o de 3 vías.

Presión nominal: De PN10 y PN 16.

Cuerpo: poliamida 6 con un 30% de F.G.

Elastómeros: NBR.

Partes internas: acero inoxidable y bronce.

Muelle: acero inoxidable.

Altura: 160 mm.

Puertos de conexión: 1/8" rosca NPT.

Microtubos: polietileno de baja densidad PE 32, conforme con la norma UNE 53367-1:2014.

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.

3.52.1.4. Solenoides

Diseño: solenoide lacht (pulsos) de 3 vías y 12 V de corriente continua.

Alimentación: de 12-40 VDC

Cuerpo: Diafragma EPDM. Con partes metálicas de acero inoxidable 316.

Accionamiento eléctrico: a 2 hilos. Mediante motor eléctrico.

Cableado: 2 hilos de 0,75mm² y 1,2 m de longitud.

Conexión a proceso: 1/8" BSP.

Diámetro de paso mínimo: 2 mm.

Resistencia interna: mayor de 15 Ohmios

Actuador manual: Incluido en el solenoide. De 3 posiciones: abierto, cerrado y automático

Grado de protección: IP68

3.52.2. Control de calidad

El fabricante aportará Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de cada elemento metálico que forma parte de las válvulas garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Como mínimo se realizarán en las instalaciones del fabricante, conforme la norma UNE-EN 1074 correspondiente 3 ensayos completos de cada uno de los tipos de válvulas hidráulicas, entendiéndose por tipo de válvula diámetro nominal, presión nominal, número de vías, tipo de solenoide y fabricante.

Se entiende por ensayo completo los ensayos indicados a continuación:

- Prueba de funcionamiento del limitador de presión:

La prueba de precisión del regulador de presión de la válvula hidráulica se realizará para tres valores de presión distintos aguas arriba: 1, 2 y 3 kg/cm² 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 $\leq 0,4$ kg/cm² (0,4 bar).

- Prueba de ajuste del limitador de presión:

La prueba del ajuste del regulador de presión de la válvula hidráulica se realizará para tres valores de presión distintos aguas arriba: 1, 2 y 3 kg/cm² 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/cm² : Pt + 0,2 kg/cm².

Este ensayo se podrá realizar simultáneamente con el ensayo de funcionamiento del limitador de presión.

- Prueba de funcionamiento del limitador de caudal:

Se realizará 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 $\leq 10\%$ del caudal de tara (Qt).

- Prueba de ajuste del limitador de caudal:

Se realizará 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%.

- Prueba de apertura y cierre a caudal mínimo:

Todas las válvulas hidráulicas deben garantizar un cierre/apertura a los caudales mínimos con una correcta regulación ((Q obtenido $\leq 10\%$ Qt):

Además, las válvulas hidráulicas cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas, ranurados, revestido, aspecto, etc.

3.53. Válvulas de compuerta

3.53.1. Calidad de los materiales

3.53.1.1. Válvulas

Diseño

- Bridas: norma UNE-EN 1092-2:1998 o no lleva, ranuradas compatible con el sistema Victaulic o similar.
- Compuerta guiada.
- Tuerca que une el eje de la válvula y la compuerta embutida en la compuerta.

Cuerpo y tapa:

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, conforme la norma UNE-EN 681-1:1996/A1/A2/A3:2006.

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
400	300 Nm

Revestido

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
- Pre calentamiento hasta 200 grados.
- Revestido electrostático interno y externo con resina epoxi en color azul RAL 5017 con un espesor mínimo de 150 micras. Acabado exterior en poliuretano alifático de color azul RAL 5017.

Marcado:

Las válvulas se 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”

3.53.1.2. Eje telescópico

Sólo existirá en aquellas válvulas de diámetro > 150mm y en las válvulas de DN 150 mm para desagües. La longitud del eje telescópico estará comprendida entre 1,7 m y 2,9 m.

Tubo de protección, tapa y cubierta:

Polietileno PE según las especificaciones de la norma UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020.

Eje:

Acero galvanizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023 con un espesor mínimo y medio no inferior al indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2023.

Acoplamiento:

Acero inoxidable.

Muelle:

Acero inoxidable.

Revestido

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
- Pre calentamiento hasta 200 grados.

- Revestido electrostático interno y externo con resina epoxi en color azul RAL 5017 con un espesor mínimo de 150 micras--Acabado exterior en poliuretano alifático de color azul RAL 5017.

3.53.1.3. Trampillón

Diseño:

- Dimensiones normalizadas 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.

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.

3.53.2. Control de calidad

El fabricante aportará Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de cada elemento metálico que forma parte de las válvulas, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

Todas las válvulas de mariposa embridadas se ensayarán en las instalaciones del fabricante, conforme la norma UNE-EN 1074 correspondiente. Como mínimo se realizarán los siguientes ensayos:

- Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión. 1,5 veces la presión nominal.
- Estanqueidad del asiento a 1,1 veces la presión nominal.

Además, las valvulas cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas, bridas, ranurados, revestido, aspecto, etc.

3.54. Válvulas de mariposa embridadas

3.54.1. Control de calida

3.54.1.1. Válvulas

Diseño:

- Bridas de caras planas conforme la norma UNE-EN 1092-2:1998. Distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2022 serie 20.
- Serán de eje y mariposa centrado y anillo envolvente.
- Garantizarán su funcionamiento correcto en posición vertical.
- Poseerán un pequeño espacio entre las acanaladuras del cuerpo de la válvula y las del anillo de EPDM
- El accionamiento para las válvulas de diámetro nominal mayor o igual a 1000 mm será mediante motor reductor y prolongación del cuello de la válvula hasta superficie.
- El accionamiento para las válvulas de diámetro nominal menor a 1000 mm será mediante desmultiplicador motorizable y prolongación del cuello de la válvula hasta superficie.
- En las válvulas enterradas el actuador será compatible para poderle alimentar con un grupo electrógeno directo y poseerá mando local integrado.
- La prolongación estará formada por un tubo exterior mecanosoldado que incorporará eje de arrastre de una sola pieza, asegurando la transmisión del par de maniobra del accionador de la mariposa. Las uniones entre la prolongación y el desmultiplicador y entre la prolongación y la válvula, serán estancas con grado de protección IP-68 y se realizarán mediante una brida con una pasta selladora.
- La pletina para acoplamiento del actuador será conforme a UNE-EN ISO 5211:2018.

Cuerpo:

Fundición nodular ASTM gr 60.40.18/ EN-JS1030 (EN-GJS 400-15, GGG-40), conforme la norma EN 1563:2019.

El cuerpo estará acanalado interiormente y será coincidente en forma con el anillo de EPDM, para garantizar su unión y funcionamiento correcto.

Eje de accionamiento:

Centrado de acero inoxidable, X30Cr13 conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015 (ASTM A 276 gr 420/AISI 420/1.4029 / 1.4028).

El eje estará fabricado en 2 piezas, cada semieje estará empotrado en la mariposa. Los semiejes no estarán en contacto con el fluido.

En las válvulas enterradas el eje se prolongará hasta la cota necesaria sobre el que irá situado el desmultiplicador y actuador eléctrico.

Mariposa:

Lenticular, centrada y simétrica respecto al eje de giro. Tendrá el mismo nivel de estanqueidad en las dos direcciones de flujo.

Acero inoxidable, X2CrNiMo17-12-3 conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015 (ASTM A 351 gr.CF8M/AISI 316/1.4408).

Válvulas de Ø 1600: Fundición nodular ASTM gr 60.40.18/EN-JS1030 (EN-GJS 400-15, GGG-40), conforme la norma EN 1563:2019.

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 IRHD 70, conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006.

Cojinete:

PTFE (politetrafluoruro de etileno) conforme la norma BS3G 210, cargado sobre soporte de acero.

Eje de extensión:

Acero inoxidable, X30Cr13 conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015 (ASTM A 276 gr 420/AISI 420/1.4029 / 1.4028).

Tornillería:

Tornillería de conexión válvula-prolongador: Acero inoxidable A4-80.

Tornillería de conexión accionador-prolongador: Acero inoxidable A4-70.

Revestido de las válvulas y protectores del eje de extensión:

Revestido de las válvulas tanto interior como exterior será el indicado a continuación:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
- Pintado: Revestido conforme la norma UNE-EN ISO 12944-5:2020 con la siguiente clasificación:
- MA: Muy alta.
- C4: Alta.

RAL 5012 para válvulas enterradas y RAL 5017 para las válvulas de la estación de bombeo.

Revestido de la mariposa de las válvulas de Ø1600:

El revestido de la mariposa será de ebonita de 3 mm de espesor y tendrá dureza SHORE 70 conforme la norma UNE-EN ISO 868:2003.

Marcado:

Las válvulas se 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”

3.54.1.2. Desmultiplicadores

Diseño:

- Grado de protección IP-68 conforme la norma CEI-60529:2001.
- Par: variable adaptándose a las necesidades de la válvula, con máximo esfuerzo a 30°.
- Par mínimo de salida: 1,5 veces el par máximo de maniobra demandado por la válvula.
- Par máximo de entrada: deberá cumplir la norma UNE-EN 12570:2001.

3.54.1.3. Actuadores

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 será conforme a UNE-EN ISO 5211:2018.

Carcasa actuador:

Fundición gris EN-GJL-250 (GG-20), conforme la norma UN-EN 1561:2012.

Sinfín actuador

Acero forjado, 42CrMo4V conforme la norma DIN.

Cuerpo motor:

Aluminio EN AC-44100 (GD-AISI12), conforme la norma UNE-EN 1706:2020+A1:2022.

Volante actuador:

Aluminio EN AC-42000 (GK-AISI10Mg), conforme la norma UNE-EN 2020+A1:2022.

Revestido del actuador:

- Pintado: pintura en polvo bicapa en color RAL 7037, el espesor final medio no será inferior a 140 micras.

3.54.2. Control de calidad

El fabricante aportará Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de cada elemento metálico que forma parte de las válvulas, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

Todas las válvulas de mariposa embridadas se ensayarán en las instalaciones del fabricante, conforme la norma UNE-EN 1074 correspondiente. Como mínimo se realizarán los siguientes ensayos:

- Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión. 1,5 veces la presión nominal durante 5 minutos.
- Estanqueidad del asiento. Se realizará por ambas caras de la válvula. 1,1 veces la presión nominal durante 3 minutos.
- Resistencia de la mariposa. En válvulas de $\varnothing \leq 600$ mm se podrá realizar con una membrana de caucho entre la mariposa y el agua a presión. Se realizará por ambas caras de la válvula. 1,5 veces la presión nominal o la presión nominal más 5 bar (el menor de los 2 valores), durante 5 minutos. Una vez finalizada se realizará de nuevo la prueba de estanqueidad.
- Ensayo de funcionamiento correcto, junto con el desmultiplicador y el actuador correspondiente (si existen), comprobando que cuando la válvula está cerrada el desmultiplicador y/o el actuador indican “cerrada” y que cuando la válvula está abierta, el desmultiplicador y/o actuador indican “abierta”.

Además, las valvulas cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas, bridas, revestido, aspecto, etc.

3.55. Válvulas de retención

3.55.1. Calidad de los materiales

3.55.1.1. Diseño

- Bridas: no lleva, son ranuradas compatible con el sistema Victaulic o similar.
- Presión máxima de trabajo:
 - * 21 bar, válvulas de diámetro nominal inferior o igual a 300 mm.
 - * 16 bar, válvulas de diámetro nominal superior a 300 mm.
- Mecanismo de disco simple accionado por resorte en las válvulas de diámetro nominal inferior o igual a 300 mm.
- Mecanismo de doble disco accionado por resorte en las válvulas de diámetro nominal superior a 300 mm.

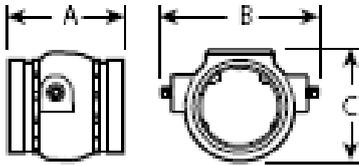
3.55.1.2. Marcado:

Las válvulas se 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”

3.55.1.3. Válvulas de diámetro nominal ≤ 300 mm

Dimensiones y pesos máximos:



Diámetro nominal (mm)	Diámetro exterior (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Peso (kg)
250	273,0	432	305	180	45,5
300	323,9	495	356	205	63,5

Cuerpo y disco:

Fundición dúctil tipo: DIN 1693 GGG-50./ ASTM A-536:grado 65-45-12 / EN-JS 1050 conforme la norma UNE-EN 1563:2012.

Asiento del cuerpo:

Fundición dúctil niquelado químico conforme la norma ASTM B-733.

Eje: Acero inoxidable tipo AISI-316.

Tapón del eje: Acero inoxidable tipo AISI-316.

Tapón de tubo: Acero al carbono cincado.

Muelle: acero inoxidable tipo 302/304.

Revestido interior y exterior del cuerpo:

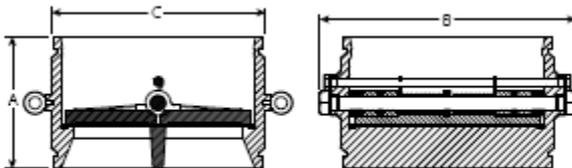
Pintura negra.

Revestido del disco:

EPDM clasificación UL conforme la norma ANSI/NSF 61.

3.55.1.4. Válvulas de diámetro nominal > 300 mm

- Dimensiones y pesos máximos:



Diámetro nominal (mm)	Diámetro exterior (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Peso (kg)
400	406,4	305	505	416	73
500	508,0	368	628	518	91
600	609,6	394	732	620	190

Cuerpo:

Fundición dúctil tipo ASTM A-395.

Asiento del cuerpo:

Fundición dúctil niquelado químico conforme la norma ASTM B-733.

Discos:

Acero inoxidable tipo 304 SS.

Asiento:

EPDM, grado de dureza IRDH 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006. (GRADO E).

Eje y muelles:

Acero inoxidable serie 300.

Revestido interior y exterior del cuerpo:

Esmalte negro.

3.55.2. Control de calidad

El fabricante aportará Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de cada elemento metálico que forma parte de las válvulas, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

Además, las valvulas cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas, ranurado, revestido, aspecto, etc.

3.56. Válvulas de alivio

3.56.1. Calidad de los materiales

Diseño:

- Bridas conforme la norma UNE-EN 1092-2:1998.
- Controlada por un piloto externo.
- Cuerpo en globo a 90°.
- Válvula de aguja y pequeño filtro con grifo de purga para limpieza.
- Pistón con las siguientes características:

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

- *Movimiento de flotación libre, actuado sin resortes, muelles ni diafragmas.
- *Cierre progresivo y un desplazamiento mínimo del 25% del diámetro del asiento, es decir, del diámetro de la válvula.
- *Guiado encima y debajo del asiento en al menos una longitud del 75% del diámetro de la válvula.
- *Asiento que asegure un cierre eficaz.
- Asiento único de diámetro igual al diámetro de la entrada y salida de la válvula.
- Varilla indicadora de la posición del pistón y por tanto del grado de apertura de la válvula.
- Diseñada de forma que se pueda reparar y desmontar sin tener que retirar de la conducción el cuerpo de la misma ni requerir útiles especiales.
- Piloto que controla el funcionamiento de la válvula, fácilmente regulable sin tener que quitar muelles, pesos o usar herramientas especiales.
- Tomas antes y después del pistón para facilitar la medición de presiones y realizar posibles ensayos o pruebas.

Cuerpo y tapas:

Fundición gris ASTM-126 Clase B.

Partes internas:

Bronce

Conexiones exteriores:

Acero inoxidable.

Empaquetadura:

Cuero u otro material blando.

Marcado:

Las válvulas se 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"

3.56.2. Control de calidad

El fabricante aportará Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de cada elemento metálico que forma parte de las válvulas, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

Además, las válvulas cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas, bridas, revestido, aspecto, etc.

3.57. 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.

3.57.1. Calidad de los materiales:

Las juntas serán de EPDM de dureza 70 IRHD y conformes con la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:2006.

Control de calidad:

El control de calidad a realizar sobre las juntas de EPDM será el mismo que el indicado en el presente pliego para las juntas elásticas.

3.58. Caudalímetro electromagnético

3.58.1. Calidad de los materiales

Diseño:

- Bridas de caras planas conforme la norma UNE-EN 1092-2:1998.
- Los caudalímetros cumplirán lo especificado a continuación:
 - *Clase metrológica B.
 - *Error máximo admisible $\pm 0,2 \% \pm 1 \text{ mm/s}$
 - *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.
 - * Directiva 2014/32/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de instrumentos de medida. Anexo III, contadores de agua (MI-001).
 - * Orden ITC/155/2020.

Sensor de caudalímetro 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 1092-1:2008.
- Protección ambiental: IP 68.
- Temperatura del fluido: -10 a +70 °C.
- 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. Excepto el de Ø1400 que será de EPDM.
- Revestido exterior bridas y carcasas: epoxi mínimo de 150 micras. Categoría de protección tipo C4 conforme las normas UNE-EN ISO 12944 actualmente en vigor.
- 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.
- Kit montaje mural para montaje del convertidor IP 67 separado del sensor.
- Dirección de medida del flujo: uni o bidireccional, a elección.
- Formato: En carcasa de campo, para montaje sobre el tubo o en pared.
- Precisión de medida: $\pm 0,2 \% \pm 1 \text{ mm/s}$
- Protección ambiental: IP 67.
- Salida analógica: 1 de 0/4 a 20 mA.
- 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.
- Comunicación mediante protocolo PROFIBUS.
- Totalizadores: incluidos 2 de 8 dígitos para flujo, reflujo y neto.
- Indicador local: incluido, retroiluminado, alfanumérico, con 3 líneas de 20 caracteres en 11 idiomas seleccionables.
- Identificación de tubo vacío: incluida.
- Autodiagnóstico incluido.
- Ajuste del cero: automático.
- Alimentación: 115/230 V.c.a., 50/60 Hz.
- Material de la carcasa: poliamida reforzada con fibra de vidrio.
- Rango de temperatura: $-30 \dots +70 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Cables de conexión: 50m de cable de bobina estándar de $3 \times 1,5 \text{ mm}^2/18$, pantalla simple con cubierta de PVC) y cable de electrodo especial de $3 \times 0,25 \text{ mm}^2$, pantalla doble con cubierta de PVC.

3.58.2. Control de calidad

El fabricante poseerá Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204: 2006 de todos los elementos metálicos que forma parte de los caudalímetros, convertidores y sensores, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

Los caudalímetro, convertidores y sensores cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas elastoméricas, lubricantes, revestido, aspecto, ranurados, etc.

Cada tipo de caudalímetro poseerá el correspondiente Certificado de Examen de Tipo vigente, emitido por Organismo de control metrológico, conforme al RD 244/2016, y Orden ICT/155/2020. Los valores declarados en el anexo técnico cumplirán los requisitos indicados en el presente pliego. Se entiende por tipo de contador diámetro nominal, presión nominal, marca comercial y modelo.

3.59. Contadores

3.59.1. Calidad de los materiales

La calidad de los contadores será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño:

- Cumplirán lo especificado en la Orden ITC/155/2020, de 7 de febrero, por la que se regula el control metrológico del Estado de determinados instrumentos de medida y en las Recomendaciones Internacionales OIML R 49-1,2 y -3: 2013.

- Los contadores deberán cumplir con los siguientes valores:

*Contadores 6"

- Q₁: Caudal mínimo: 2,5 m³/h
- Q₂: Caudal de transición: 4 m³/h
- Q₃: Caudal permanente: 250 m³/h
- Q₄: Caudal de sobrecarga: 312,5 m³/h
- Sensibilidad al flujo: U0D0

*Contadores 4"

- Q₁: Caudal mínimo: 1,6 m³/h
- Q₂: Caudal de transición: 2,56 m³/h
- Q₃: Caudal permanente: 160 m³/h
- Q₄: Caudal de sobrecarga: 200 m³/h
- Sensibilidad al flujo: U0D0

*Contadores 3"

- Q₁: Caudal mínimo: 1 m³/h
- Q₂: Caudal de transición: 1,6 m³/h
- Q₃: Caudal permanente: 100 m³/h
- Q₄: Caudal de sobrecarga: 125 m³/h
- Sensibilidad al flujo: U0D0

- Los valores del intervalo del caudal de agua deberán cumplir las siguientes condiciones:

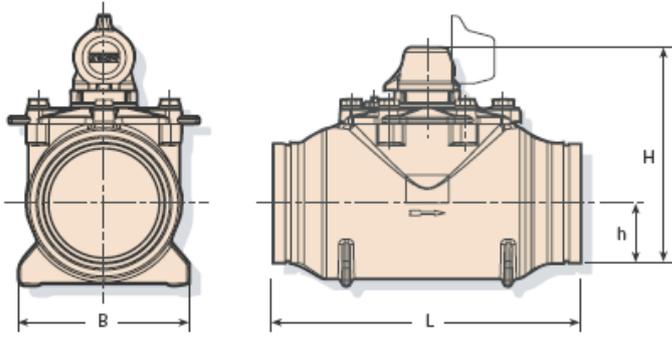
- $Q_3/Q_1 \geq 40$
- $Q_2/Q_1 = 1,6$
- $Q_4/Q_3 = 1,25$

- Sistema de conexión: ranurado sistema VICTAULIC o similar.

- Transmisión doble magnética, la hélice será la única parte móvil en contacto con el agua.

- Poseerán emisor de pulsos. Deberán generar 1 pulso por metro cúbico. Los pulsos generados deberán tener un ancho de pulso no inferior a 500 milisegundos.
- Permitirán la lectura a través de las comunicaciones, de la siguiente información:
 - * Volúmenes medidos.
 - * Alarmas y eventos.
 - * Datos de identificación del contador.
- Especificará si está diseñado para medir el flujo inverso o no:
 - * Si permite medir el flujo inverso, éste deberá bien sustraerse del volumen acumulado o registrarse por separado. Tanto al flujo normal como al inverso cumplirán los máximos errores permitidos.
 - * Si no permite medir el flujo inverso, bien impedirán el flujo inverso o bien resistirán un flujo inverso accidental sin que se alteren o deterioren sus propiedades metrológicas.
- Errores máximos admisibles:
 - * Error máximo admisible entre el caudal mínimo (Q1) y el caudal de transición (Q2): $\pm 5\%$ ($Q1 \leq Q < Q2$, $EMP \leq \pm 5\%$).
 - * Error máximo admisible entre el caudal de transición (Q2) y el caudal máximo (Q4): $\pm 2\%$ ($Q2 \leq Q \leq Q4$, $EMP \leq \pm 2\%$).
- 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.
- Detector basado en un relé reed encapsulado que detecta el paso de un imán, el cual gira solidario al contador, cerrando a su paso el contacto y generando un pulso detectado por el equipo de telecontrol. Las características de estos elementos deberán originar un bajo consumo, máxima corriente necesaria a suministrar de 40 mA a través de una resistencia y corriente máxima a circuito abierto de 2 mA. El sensor será capaz de soportar una corriente mínima de 50 mA y un voltaje de 28 VDC.
- El cable de conexión al contador tendrá una sección de 2 x 0,25 y una longitud mínima de 2,5 metros.
- 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 "m3" 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:

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES



DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

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 10088-1.

Hélice:

Plástico.

Rodamientos:

Plástico.

Revestido:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.

- Calentamiento de la pieza a temperaturas entre 220°C y 230°C 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 210°C y 215°C con una velocidad de circulación de 45 cm/min.

*Las piezas de 6" o de mayores dimensiones se someterán a temperaturas entre 210°C y 215°C con una velocidad de circulación de 40 cm/min.

Marcado:

Todos los contadores estarán marcados de forma visible e indeleble con la siguiente información:

- Diámetro nominal (DN)

- Unidad de medida: metro cúbico

- Valor numérico de Q₃

- Ratio: Valor numérico de Q₃/Q₁, precedido de la letra R, para las posiciones V o H.

- Nombre o marca del fabricante.

- Año de fabricación, al menos los últimos dos dígitos.

- Número de serie, lo más cerca posible al dispositivo indicador.

- Sentido del flujo, mostrado en ambas caras del cuerpo o en una única cara por medio de una flecha que sea fácilmente visible bajo cualquier circunstancia.
- Presión máxima admisible si ésta excede de 1MPa
- La clase de pérdida de presión cuando ésta difiera de 63 kPa.
- La letra V o H, si el contador sólo puede utilizarse en la posición vertical (V) u horizontal (H) con el ratio establecido Q3/Q1.
- Marcado de conformidad.
- Nivel de severidad del entorno climático y mecánico.
- Información sobre las condiciones de instalación declaradas por el fabricante.

La información de los 2 últimos puntos también podrá facilitarse en un documento separado.

3.59.2. Control de calidad

El fabricante poseerá Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204: 2006 de todos los elementos metálicos que forma parte de los contadores, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

Los contadores cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas elastoméricas, lubricantes, revestido, aspecto, ranurados, etc.

Cada tipo de contadores poseerán el correspondiente Certificado de Examen de Tipo vigente, emitido por Organismo de control metrológico, conforme al RD 244/2016, y Orden ICT/155/2020. Los valores declarados en el anexo técnico cumplirán los requisitos indicados en el presente pliego. Se entiende por tipo de contador diámetro nominal, presión nominal, marca comercial y modelo.

Se realizarán los siguientes ensayos y/o comprobaciones:

- Aspecto interior y exterior conforme y sin daños del 100% de los contadores.
- Marcado conforme lo especificado en el presente pliego del 100% de los contadores.
- Funcionamiento correcto del 100% de los contadores.
- Verificación inicial del 100% de los contadores.
- Ensayos específicos sobre el 10% de los contadores.

- VERIFICACIÓN INICIAL:

El fabricante realizará al 100% de los contadores, una prueba de verificación inicial (ensayo de estanqueidad y curva error-caudal), conforme la Recomendación Internacional OIML R 49-1:2013 y la Recomendación Internacional OIML R 49-2:2013, en un banco de ensayos homologado.

Ensayo de estanqueidad:

Previamente a realizar el ensayo de curva error-caudal se someterán el 100% de los contadores a un ensayo de estanqueidad a 1,6 veces la presión máxima admisible durante 1 minuto, no presentándose ningún tipo de fuga durante la realización del mismo.

Curva error-caudal:

A menos que en el certificado de aprobación de modelo se especifiquen caudales alternativos, se comprobará el error a los siguientes intervalos de caudal:

* Q_1 a $1,1Q_1$.

* Q_2 a $1,1 Q_2$.

* $0,9Q_3$ a Q_3 .

Los errores obtenidos no superarán los errores máximos permisibles indicados a continuación:

* Error máximo admisible entre el caudal mínimo (Q_1) y el caudal de transición (Q_2): $\pm 5\%$ ($Q_1 \leq Q < Q_2$, $EMP \leq \pm 5\%$).

* Error máximo admisible entre el caudal de transición (Q_2) y el caudal máximo (Q_4): $\pm 2\%$ ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$, $EMP \leq \pm 2\%$).

Si todos los errores tienen el mismo signo, al menos uno de estos errores no debe exceder la mitad del error máximo permisible, en caso contrario se deberán medir los errores adicionales a los siguientes caudales, si uno de estos errores está dentro de la mitad del error máximo permisible o en el signo opuesto, el criterio se considera como cumplido:

- $0,35 (Q_2 + Q_3)$

- $0,7 (Q_2 + Q_3)$

- Q_4

En todos los casos este requisito se debe aplicar de manera equitativa tanto al proveedor de agua como al consumidor.

- ENSAYOS ESPECÍFICOS:

El fabricante realizará como mínimo al 10% de los contadores, en un banco de ensayos homologados los siguientes ensayos específicos:

Ensayo de estanqueidad:

Previamente a realizar el ensayo de curva error-caudal se someterán los contadores a un ensayo de estanqueidad a 1,6 veces la presión máxima admisible durante 15 minutos, no presentándose ningún tipo de fuga durante la realización del mismo.

Curva error-caudal:

Conforme el ensayo de curva error-caudal de la verificación inicial.

Emisor de pulsos:

Simultáneamente al ensayo de curva error-caudal se comprobará el funcionamiento correcto del emisor de pulsos con el ratio previsto por el fabricante de pulsos/unidad de volumen.

3.60. Compuertas

3.60.1. Calidad de los materiales

Diseño

- Pletina para conexión con actuador conforme a la norma UNE-EN ISO 5211:2018.
- Husillo ascendente.
- Estanca por 3 lados.

- Accionada mediante motor eléctrico.
- Automatizada con regulación mediante salida analógica 4-20 mA.

Perfiles, marco, tablero, columna, pasamanos del carril, pletinas, tornillería

Acero inoxidable tipo 14301 (AISI 304) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015.

Husillo

Acero inoxidable tipo 14305 (AISI 304) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015.

Carril de rodadura

Polietileno de alta densidad.

Tuerca de arrastre

Latón.

Junta de estanqueidad

EPDM dureza Shore 60 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006.

3.60.2. Control de calidad

El fabricante aportará Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de cada elemento metálico que forma parte de las compuertas, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

Además, las compuertas cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como juntas, aspecto, etc.

3.61. Geotextil

3.61.1. Calidad de los materiales

Diseño:

Geotextil no tejido de filamentos de polipropileno "virgen", unidos mecánicamente por agujado y calandrado, estabilizados frente a los rayos UV y conforme con la norma UNE-EN 13254:2017.

Características aplicables:

En la siguiente tabla se indican las características aplicables al geotextil conforme su función.

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Característica	Método de ensayo	Funciones			
		Filtración	Separación	Refuerzo	Protección
(1) Resistencia a la tracción ^b	EN ISO 10319	A	A	A	A
(2) Alargamiento a la carga máxima	EN ISO 10319	A	A	A	A
(3) Rigidez al 2%, 5% y 10% ^c	EN ISO 10319	-	-	S	-
(4) Resistencia a la tracción de solapes y juntas ^{c d}	EN ISO 10321	S	S	S	S
(5) Punzonado estático (ensayo CBR) ^{a, b}	EN ISO 12236	S	A	A	véase (10)
(6) Resistencia a la perforación dinámica (ensayo por caída del cono) ^a	EN ISO 13433	A	A	A	A
(7) Fricción	EN ISO 12957-1; EN ISO 12957-2	S	S	S	S
(8) Fluencia en tracción	EN ISO 13431	-	-	S	-
(9) Resistencia al daño durante la instalación bajo una carga repetida	EN ISO 10722	S	S	S	S
(10) Características de protección	EN 13719 EN 14574	- -	- -	- -	A A
(11) Medida de abertura característica	EN ISO 12956	A	A	-	-
(12) Permeabilidad al agua perpendicularmente al plano (índice de velocidad)	EN ISO 11058	A	A	S	-
(13) Durabilidad	De acuerdo con el anexo B	A	A	A	A

Aplicabilidad:

A: aplicable a todas las condiciones de uso
S: aplicable a condiciones de uso específicas
"-": indica que la característica no es aplicable a esa función

a La resistencia al punzonado estático o dinámico puede no ser aplicable a ciertos tipos de productos, por ejemplo, las GGR, GCO-R o GST.

b Si las propiedades mecánicas (resistencia a la tracción y punzonado estático) están codificadas como "A" en esta tabla, el uso de sólo una, resistencia a la tracción o punzonado estático, es normalmente suficiente en una especificación de proyecto.

c La resistencia de las juntas estructurales internas de las geoceldas debe ensayarse según la Norma EN ISO 13426-1.

d La resistencia de las juntas estructurales internas de los geocompuestos debe ensayarse según la Norma EN ISO 13426-2.

Tabla 78: Características aplicables a los geotextiles conforme su función.
Fuente: Tabla 1 de la norma UNE-EN 13254:2017.

Teniendo en cuenta la tabla anterior las características aplicables mínimas al geotextil para proteger la lámina de PEAD son las siguientes:

- Resistencia a tracción.
- Alargamiento a la carga máxima.
- Resistencia a la perforación dinámica.
- Características de protección.
- Durabilidad.

Y las características aplicables mínimas al geotextil para el drenaje de la balsa son las siguientes:

- Resistencia a tracción.

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

- Alargamiento a la carga máxima.
- Resistencia a la perforación dinámica.
- Medida de abertura característica.
- Permeabilidad al agua.
- Durabilidad.

Especificaciones del geotextil de protección de la lámina de PEAD:

El geotextil de protección de la lámina de PEAD cumplirá las siguientes especificaciones.

ESPECIFICACIÓN	NORMA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
Gramaje de las fibras	UNE-EN ISO 9864:2005	≥ 200 g/m ²
Resistencia a tracción longitudinal y transversal	UNE-EN ISO 10319:2015	> 16 kN/m
Alargamiento	UNE-EN ISO 10319:215	$\geq 50\%$
Resistencia a la perforación dinámica	UNE-EN ISO 13433:2007	≤ 23 mm
Durabilidad	Anexo B de la norma UNE-EN 13254:2017	Tiempo máximo de exposición después de la instalación ≥ 2 semanas. Durabilidad prevista en terrenos con un pH comprendido entre 4 y 9 y una temperatura del terreno ≤ 25 °C, ≥ 25 años.

Especificaciones del geotextil para el drenaje de la balsa:

El geotextil para el drenaje de la balsa cumplirá las siguientes especificaciones.

ESPECIFICACIÓN	NORMA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
Gramaje de las fibras	UNE-EN ISO 9864:2005	> 126 g/m ²
Resistencia a tracción longitudinal y transversal	UNE-EN ISO 10319:2015	> 12 kN/m
Alargamiento	UNE-EN ISO 10319:215	$\geq 50\%$
Resistencia a la perforación dinámica	UNE-EN ISO 13433:2007	≤ 23 mm
Durabilidad	Anexo B de la norma UNE-EN 13254:2017	Tiempo máximo de exposición después de la instalación ≥ 2 semanas. Durabilidad prevista en terrenos con un pH comprendido entre 4 y 9 y una temperatura del terreno ≤ 25 °C, ≥ 25 años.

Marcado:

El marcado del geotextil será conforme con la norma UNE-EN ISO 10320: 2020.

Cada rollo de geotextil estará marcado con la siguiente información:

- Fabricante y/o proveedor.
- Nombre del producto.
- Tipo de producto.
- Identificación unitaria.
- Masa nominal neta de la unidad, en kilogramos.
- Dimensiones de la unidad (del material, no del embalaje): longitud por anchura en metros.
- Clasificación conforme la norma UNE-EN ISO 10318-1:2015/A1:2019 y UNE-EN ISO 10318-2:2015/A1:2018.
- Principales tipos de materias primas que realizan la función.

3.61.2. Control de calidad

El geotextil poseerá la correspondiente Declaración del fabricante y el Certificado de conformidad de control de producción en fábrica que garantice el cumplimiento de las especificaciones del presente pliego.

En el caso de que el fabricante del geotextil posea Certificado de Calidad de Producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente conforme la norma UNE-EN 13254:2017, no será necesario realizar un control de calidad exhaustivo de las mismas será suficiente con comprobar que el geotextil se corresponde con el certificado de producto, en cuanto a material y gramaje. En caso contrario, para garantizar el cumplimiento del presente pliego se realizarán al menos los siguientes ensayos conforme la norma UNE-EN 13254:2017 sobre 3 rollos de geotextil diferentes, lo más representativos posible de la totalidad del geotextil a emplear.

Ensayos a realizar sobre el geotextil de protección de la lámina de PEAD:

- Resistencia a tracción.
- Alargamiento a la carga máxima.
- Resistencia a la perforación dinámica.
- Características de protección.
- Durabilidad.

Ensayos a realizar sobre el geotextil para el drenaje de la balsa:

- Resistencia a tracción.
- Alargamiento a la carga máxima.
- Resistencia a la perforación dinámica.
- Medida de abertura característica.
- Permeabilidad al agua.
- Durabilidad.

3.62. Lámina de polietileno de alta densidad

Se instalará para la impermeabilización de la Balsa una lámina de Polietileno de Alta Densidad de 2 mm de espesor, tanto en taludes como en fondo sobre el geotextil correspondiente.

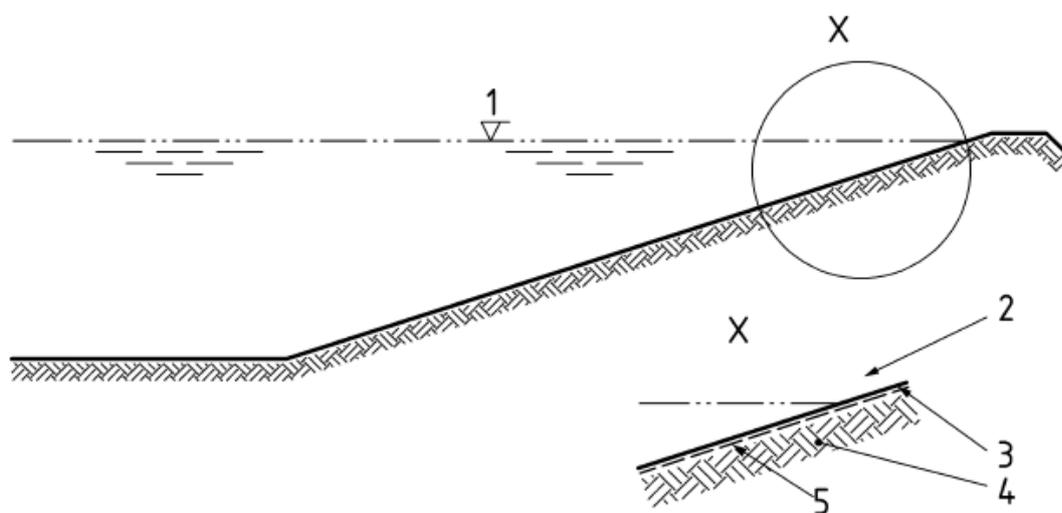
3.62.1. Calidad de los materiales

Diseño:

La lámina de PEAD cumplirá la norma UNE-EN 13361:2019 para no cubierta en servicio tipo PE-HD y GBR-P.

Siendo:

- No cubierta en servicio: cuando la barrera geosintética no está recubierta en servicio con un revestimiento u otra capa protectora.
- PE-HD: polietileno de alta densidad PEAD.
- GBR-P: barrera geosintética polimérica.



Leyenda

- 1 Máximo nivel de agua
- 2 Cara aguas arriba
- 3 Barrera geosintética
- 4 Cuerpo de la presa
- 5 Protección geosintética de la presa (opcional)

Ilustración 21: Instalación típica de geotextil y barrera geosintética para no cubierta en servicio.
Fuente: Figura 3 de la norma UNE-EN 13361:2019

Características aplicables:

En la siguiente tabla se indican las características aplicables a la lámina de PEAD siendo:

- A: característica aplicable.
- S: característica no relevante, depende de las condiciones específicas de utilización.
- “-“: característica no aplicable.

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DE LA RIBERA ALTA
DEL PORMA (LEÓN)

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

No	Propiedad a ensayar ^a	Cubierta en Servicio			No cubierta en servicio		Métodos de ensayo			Observaciones
		GBR-P	GBR-B	GBR-C	GBR-P	GBR-B	GBR-P	GBR-B	GBR-C	
Propiedades físicas										
1	Espesor	A	A	A	A	A	EN ISO 9863-1	EN 1849-1	EN ISO 9863-1	Para productos que no pueden ser ensayados según la Norma EN ISO 9863-1, tales como GBR-P cubierta con geotextil, se aplicará la Norma EN 1849-2
2	Masa por unidad de superficie	A	A	A	A	A	EN 1849-2	EN 1849-1	EN 14196	
Propiedades hidráulicas										
3	Impermeabilidad líquida	A	A	A	A	A	EN 14150	EN 14150	EN 16416	El líquido de ensayo es agua. El valor entregado es el índice de Fluidez para GBR-C y la permeabilidad para GBR-P y GBR-B.
4	Índice de hinchamiento	-	-	A	-	-	-	-	ASTM D5890	
Propiedades mecánicas										
5	Resistencia a tracción	A	A	A	A	A	PE-HD y PE-LLD EN ISO 527-3, Muestra tipo 5 FPO, PVC-P homogénea EN ISO 527-3, Muestra tipo 5 (ensayo de referencia) equivalente a EN 12311-2, Método B FPO, PVC-P Multicomponente EN 12311-2 método A (ensayo de referencia)	EN 12311-1	EN ISO 10319	PE-HD y PE-LLD v = 100 mm/min Se reportará la Resistencia a rotura en N/mm ² FPO, PVC-P homogéneos v = 100 mm/min Si la elongación en rotura es > 400% la velocidad de ensayo será 500 mm/min Se reportará la máxima resistencia a tracción en N/mm ² FPO, PVC-P multicomponente v = 100 mm/min Se entregará la máxima fuerza de tracción en N/50 mm EPDM homogénea v = 100 mm/min

No	Propiedad a ensayar ^a	Cubierta en Servicio			No cubierta en servicio		Métodos de ensayo			Observaciones
		GBR-P	GBR-B	GBR-C	GBR-P	GBR-B	GBR-P	GBR-B	GBR-C	
							Equivalente a EN ISO 527-4; Muestra de ensayo tipo 2; ancho: 50 mm. EPDM homogénea EN 12311-2, método B EPDM Multicomponente EN 12311-2, método A			Si la elongación a rotura es > 400% la velocidad de ensayo será de 500 mm/min Se reportará la máxima resistencia a tracción en N/mm ² EPDM multicomponente v = 100 mm/min Se reportará la máxima resistencia a tracción en N/50 mm
6	Alargamiento	A	A	A	A	A	PE-HD and PE-LLD EN ISO 527-3, Muestra tipo 5 FPO, PVC-P Homogénea EN ISO 527-3, Muestra tipo 5 (ensayo de referencia) equivalente a EN 12311-2, método B FPO, PVC-P multicomponente EN 12311-2 método o A (ensayo de referencia método) equivalente a EN ISO 527-4; Muestra tipo 2; espesor: 50 mm EPDM homogénea EN 12311-2, método B EPDM multicomponente EN 12311-2, método A	EN 12311-1	EN ISO 10319	PE-HD and PE-LLD Con longitud de referencia (l ₀) 50 mm, v = 100 mm/min Se reportará el alargamiento a rotura FPO, PVC-P homogéneos v = 100 mm/min si el alargamiento a rotura es > 400% la velocidad de ensayo será de 500 mm/min - Se reportará el alargamiento a rotura FPO, PVC-P multicomponente v = 100 mm/min Se reportará el alargamiento a la máxima tracción en % EPDM homogénea v = 100 mm/min si el alargamiento a rotura es > 400% la velocidad de ensayo será de 500 mm/min - Se reportará el alargamiento a rotura EPDM multicomponente v = 100 mm/min Se reportará el alargamiento a la máxima tracción en %
7	Punzonamiento estático	A	A	A	A	A	EN ISO 12236	EN ISO 12236	EN ISO 12236	

DOCUMENTO Nº3.- PLIEGO DE CONDICIONES

No	Propiedad a ensayar ^a	Cubierta en Servicio			No cubierta en servicio		Métodos de ensayo			Observaciones
		GBR-P	GBR-B	GBR-C	GBR-P	GBR-B	GBR-P	GBR-B	GBR-C	
8	Resistencia al estallido y alargamiento	S	S	S	S	S	EN 14151	EN 14151	EN 14151	Este ensayo se aplica a las GBR-C sólo si contienen un elemento de barrera polimérica o bituminosa.
9	Resistencia al desgarro	S	S	-	S	S	ISO 34-1	EN 12310-1	-	Para las GBR-P se usa el método B de la Norma ISO 34-1:2015, con una probeta en ángulo (véase la figura 2) sin entalla a una velocidad de 50 mm/min.
10	Fricción al cizallamiento directo	S	S	S	-	-	EN ISO 12957-1	EN ISO 12957-1	EN ISO 12957-1	Para determinar la unión interna de las GBR-C, se puede utilizar un ensayo de cizallamiento o pelado.
11	Fricción en plano inclinado	S	S	S	-	-	EN ISO 12957-2	EN ISO 12957-2	EN ISO 12957-2	
Propiedades térmicas										
12	Comportamiento a bajas temperaturas (plegado)	S	S	-	S	S	EN 495-5	EN 1109	-	
13	Dilatación térmica	A	-	-	A	-	ASTM D696	-	-	
Durabilidad										
14	Envejecimiento a la intemperie	A	A	S	A	A	EN 12224	EN 12224	EN 12224	
15	Microorganismos	A	A	A	A	A	EN 12225	EN 12225	EN 12225	
16	Oxidación	A	A	A	A	A	EN 14575	EN 14575	EN ISO 13438	La Norma EN ISO 13438 es aplicable a los elementos geotextiles y los hilos de refuerzo de las barreras GBR-C La Norma EN 14575 con las condiciones de ensayo del anexo A de esta norma
17	Agrietamiento por esfuerzos medioambientales	A	-	S	A	-	EN 14576	-	EN 14576	La Norma EN 14576 es aplicable para las GBR-P con estructura semi cristalina Si la GBR-P es superior a 0,5 mm e inferior a 1,0 mm, el ensayo según la Norma EN 14576 se debe realizar con la misma composición y un espesor superior a 1,0 mm

No	Propiedad a ensayar ^a	Cubierta en Servicio			No cubierta en servicio		Métodos de ensayo			Observaciones
		GBR-P	GBR-B	GBR-C	GBR-P	GBR-B	GBR-P	GBR-B	GBR-C	
18	Resistencia química	S	S	S	-	-	EN 14414	EN 14414	ASTM D6141	Según el anexo A El ensayo de resistencia química se debería realizar de acuerdo con las circunstancias específicas de la obra Se debería restringir considerando el sustrato sobre el material se coloca y/ o las sustancias químicas que contenga
19	Lixiviado (solubilidad en agua)	A	A	A	A	A	EN 14415	EN 14415	EN 14415	
20	Humectación/ desecación	-	-	S	-	-	-	-	CEN/TS 14417	
21	Congelación/ descongelación	-	-	S	-	-	-	-	CEN/TS 14418	
22	Penetración de raíces	S	S	S	S	S	CEN/TS 14416	CEN/TS 14416	CEN/TS 14416	

^a NOTA El 95% del nivel de confianza corresponde al valor entregado más menos el valor de la tolerancia (véase anexo ZA, anotaciones de la tabla ZA.1). Tanto el valor entregado como la tolerancia serán definidos por el productor de manera que representen las prestaciones del producto para las características correspondientes . (ambos valores no tienen por qué estar basados en un cálculo estadístico)

Aplicabilidad:
A: Aplicable en todas las condiciones d uso
S: Aplicable a condiciones de utilización específica
"-": indica que la característica no es relevante para ese producto.

Tabla 79: Características aplicables a las barreras geosintéticas.

Fuente: Tabla 1 de la norma UNE-EN 13361:2019

Teniendo en cuenta la tabla anterior las características aplicables mínimas a la lámina de PEAD son las siguientes:

- Espesor.
- Masa por unidad de superficie.
- Impermeabilidad líquida.
- Resistencia a tracción.
- Alargamiento.
- Punzonamiento estático.
- Dilatación térmica.
- Envejecimiento a la intemperie.
- Microorganismos.
- Oxidación.

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

- Agrietamiento por esfuerzos medioambientales.
- Lixiviado (solubilidad en agua).
- Resistencia al desgarro.
- Comportamiento a baja temperatura.
- Resistencia a la penetración de raíces.

Especificaciones:

La lámina de PEAD cumplirá las siguientes especificaciones.

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	VALORES	MÉTODO
Densidad	g/cm ³	≥ 0,940	UNE-EN 1849-2:2020
Espesor nominal mínimo Tolerancia de espesor	mm	2,0 ±10% del nominal	UNE-EN ISO 9863-1:2017/A1:2020
Tolerancia en la anchura Variación máxima del ancho a lo largo del rollo	mm	± 1% de la nominal 15	UNE-EN ISO 24341:2012
Dureza Shore D	° Shore D	60 ± 5	UNE-EN-ISO 868:2003
Contenido en: Negro de carbono Cenizas	% %	2,5 ± 0,5 ≤ 0,1	UNE 53375:2021
Dispersión del negro de carbono	-	≤ 4 Mejor que la fotografía A	ISO 18553:2002
Índice de fluidez	g/10 min	< 1	UNE-EN-ISO 1133-1:2023
Doblado a bajas temperaturas	-	Sin grietas a -75°C	UNE-EN 495-5:2013
Resistencia a la tracción (1) Alargamiento a la rotura (1) Esfuerzo en el punto de fluencia (1) Alargamiento en el punto de fluencia (1)	MPa % Mpa %	≥ 25 ≥ 700 ≥ 17 ≥ 8	UNE-EN ISO 527-3:2019
Punzonamiento estático	kN	≥ 3,5	UNE-EN ISO 12236:2003
Envejecimiento artificial acelerado Variación del alargamiento en rotura (1)	%	≤ 15	UNE-EN 12224:2001
Resistencia al desgarro (1)	N/mm	≥ 140	UNE ISO 34-1:2011
Absorción de agua A las 24 h A los 6 días	% %	≤ 0,2 ≤ 1	UNE-EN-ISO 62:2008
Resistencia a la oxidación	%	180 días a 80°C. Esfuerzo de tracción retenido en rotura y	UNE-EN 14575:2007

DOCUMENTO Nº3.- PLIEGO DE CONDICIONES

		elongación retenida a rotura $\geq 75\%$.	
Resistencia al agrietamiento por esfuerzos medioambientales	horas	Tiempo promedio de fallo > 336 horas.	UNE-EN 14576:2006
Resistencia al lixiviado	%	56 días en agua a 80°C. Esfuerzo de tracción retenido en rotura y elongación retenida a rotura $\geq 75\%$.	UNE-EN 14415:2004
Resistencia a la perforación por raíces	-	Sin perforaciones	UNE-CEN/TS 14416:2012
Resistencia a los microorganismos		Resistente	UNE-EN 12225:2021

(1) En ambas direcciones.

(2) Por ambas caras de la lámina.

Marcado:

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

3.62.2. Control de calidad

La lámina de PEAD poseerá la correspondiente Declaración del fabricante y el Certificado de conformidad de control de producción en fábrica que garantice el cumplimiento de las especificaciones del presente pliego.

En el caso de que el fabricante de la lámina de PEAD posea Certificado de Calidad de Producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente conforme la norma UNE-EN 13361:2019, no será necesario realizar un control de calidad exhaustivo de las mismas será suficiente con comprobar que la lámina se corresponde con el certificado de producto, en cuanto a material, espesor y dureza. En caso contrario, para garantizar el cumplimiento del presente pliego se realizarán al menos los siguientes ensayos conforme la norma UNE-EN 13361:2019 sobre 3 rollos de lámina diferentes, lo más representativos posible de la totalidad de la lámina a emplear:

- Densidad.

- Espesor.
- Dureza Shore.
- Contenido en negro de carbono y cenizas.
- Dispersión en negro de carbono.
- Índice de fluidez.
- Doblado a bajas temperaturas.
- Dilatación térmica.
- Resistencia a tracción y alargamiento.
- Envejecimiento artificial acelerado.
- Resistencia al desgarro.
 - Absorción de agua.
 - Resistencia a la oxidación.
 - Resistencia al agrietamiento por esfuerzos ambientales.
 - Resistencia al lixiviado.
 - Resistencia a la perforación por raíces.
 - Resistencia a los microorganismos.

3.63. Candados

3.63.1. Calidad de los materiales

Diseño:

- 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 níquelado y cromado.
- Arco: acero inoxidable AISI 316.
- Muelles, pasadores de bloqueo y tapa: acero inoxidable.
- Cilindro: cromado.
- Llaves: latón níquelado.

3.63.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa de los candados que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego.

Los candados cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como revestido, aspecto, etc

3.64. Cerramientos del vallado

3.64.1. Calidad de los materiales

Mallas:

- Malla de simple torsión de alambre galvanizado en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023 y recubierta de poliéster en color verde RAL 6005. Espesor mínimo de galvanizado: 140 g/m² y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2023.
- Rápida instalación.
- Diámetro interior del alambre: 2 mm.
- Diámetro exterior: 3 mm.
- Luz de la malla: 50 mm.
- Resistencia del alambre: 45 kg/mm².
- Resistencia de la malla: 55 kg/mm²
- Altura total instaladas: 2 m.

Postes:

- Postes fabricados con chapa tipo Z-275 galvanizada en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2023 y recubiertos de poliéster en color verde RAL 6005. Espesor mínimo de galvanizado: 140 g/m².
- 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 1461:2023 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 1461:2023.

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 1461:2023 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 1461:2023.

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/m² 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 aproximadamente 25 m de longitud.

3.64.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa de los elementos que componen el vallado, que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego.

El vallado cumplirá las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como revestido, aspecto, etc.

3.65. Estructura metálica

3.65.1. Calidad de los materiales

Diseño:

Las estructuras estarán compuestas por productos de acero laminado en caliente de calidad S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1: 2006 y UNE 10025-2:2020, excepto las correas que serán en acero galvanizado tipo DX51 conforme la norma UNE-EN 10346:2015.

La construcción de estructuras de acero está regulada por lo especificado en la EAE y en el CTE_SE-A.

Las características de los materiales suministrados deben estar documentadas de forma que puedan compararse con los requisitos establecidos en pliego. Además, los materiales deben poderse identificar en todas las etapas de fabricación, para lo que cada componente debe tener una marca duradera, distinguible, que no le produzca daño y resulte visible tras el montaje con la designación del acero según normas.

Marcado CE:

Todos los elementos empleados para la ejecución de la presente estructura metálica que se incluyan en la siguiente tabla poseerán el correspondiente Marcado CE:

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Normativa UNE-EN armonizada de referencia para el Mercado CE Estructuras metálicas		Entrada en vigor marcado CE	Evaluación de conformidad
UNE-EN 10025-1:2006	Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 1: Condiciones técnicas generales de suministro	01/09/2006	2+
UNE-EN 10210-1:2007	Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado y de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro.	01/02/2008	2+
UNE-EN 10219-1:2007 UNE-EN 10219-1:2007 ERRATUM 2010	Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro.	01/02/2008	2+
UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012	Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales	01/07/2014	2+
UNE-EN 14399-1:2009	Conjuntos de elementos de fijación estructurales de alta resistencia para precarga. Parte 1: Requisitos generales	01/10/2007	2+
UNE-EN 15048-1:2009	Uniones atornilladas estructurales sin precarga. Parte 1: Requisitos generales	01/10/2009	2+
UNE-EN 13479:2005	Consumibles para el soldeo. Norma general de producto para metales de aportación y fundentes para el soldeo por fusión de materiales metálicos	01/10/2006	2+
Sistema 2+: Certificado de control de producción en fabrica emitido por un organismo de inspección notificado (incluye auditoria inicial y auditorías periódicas de control de producción en fabrica			

Documentos de Evaluación Europeos:

En el caso de emplearse para la ejecución de la presente estructura metálica “kits prefabricados de estructura metálica”, cada uno de dichos “kits” deberá poseer su correspondiente “Documento de Evaluación Europeo” (anteriormente denominados Guías DITE).

Normativa:

Todos los elementos empleados para la ejecución de la presente estructura metálica que se incluyan en la siguiente tabla, cumplirán las normativas indicas en la misma:

DOCUMENTO Nº3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Serie	Norma Armonizada (Marcado CE)	Norma técnica de producto (base de certificación DOR)	
		Dimensiones	Tolerancias
Perfil IPN	UNE-EN 10025-1	UNE 36521	UNE-EN 10024
Perfil IPE	UNE-EN 10025-1	UNE 36526	UNE-EN 10034
Perfil HEB	UNE-EN 10025-1	UNE 36524	UNE-EN 10034
Perfil HEA	UNE-EN 10025-1	UNE 36524	UNE-EN 10034
Perfil HEM	UNE-EN 10025-1	UNE 36524	UNE-EN 10034
Perfil U Normal (UPN)	UNE-EN 10025-1	UNE 36522	UNE-EN 10279
Perfil UPE	UNE-EN 10025-1	UNE 36523	UNE-EN 10279
Perfil U Comercial (U)	UNE-EN 10025-1	UNE 36525	UNE-EN 10279
Angular de lados iguales (L)	UNE-EN 10025-1	UNE-EN 10056-1	UNE-EN 10056-2
Angular de lados desiguales (L)	UNE-EN 10025-1	UNE-EN 10056-1	UNE-EN 10056-2
Perfil T	UNE-EN 10025-1	UNE-EN 10055	UNE-EN 10055
Redondo	UNE-EN 10025-1	UNE-EN 10060	UNE-EN 10060
Cuadrado	UNE-EN 10025-1	UNE-EN 10059	UNE-EN 10059
Rectangular	UNE-EN 10025-1	UNE-EN 10058	UNE-EN 10058
Hexagonal	UNE-EN 10025-1	UNE-EN 10061	UNE-EN 10061
Chapa	UNE-EN 10025-1	UNE-EN 10029	UNE-EN 10029
Perfil de sección hueca acabados en caliente : <ul style="list-style-type: none"> • Sección circular • Sección cuadrada • Sección rectangular • Sección elíptica 	UNE-EN 10210-1	UNE-EN 10210-2	UNE-EN 10210-2

DOCUMENTO Nº3.- PLIEGO DE CONDICIONES

Serie	Norma Armonizada (Marcado CE)	Norma técnica de producto (base de certificación DOR)	
		Dimensiones	Tolerancias
Perfiles de sección hueca conformados en frío: <ul style="list-style-type: none"> • Sección circular • Sección cuadrada • Sección rectangular 	UNE-EN 10219-1	UNE-EN 10219-2	UNE-EN 10219-2
Perfiles de sección abierta conformados en frío*: <ul style="list-style-type: none"> • Perfil L • Perfil U • Perfil C • Perfil Z • Perfil Omega • Perfil tubular con bordes rejuntados 	N.A.	UNE-EN 10162	UNE-EN 10162
Perfiles y chapas no normalizados	N.A.	N.A.	N.A.

Tratamientos de protección:

Las superficies de todos los elementos que componen la presente estructura metálica se tratarán conforme lo indicado a continuación:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ ,conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
- Revestido conforme la norma UNE-EN ISO 12944-5:2020 con la siguiente clasificación:
- MA: Muy alta.
- C4: Alta.

Las superficies que vayan a estar en contacto con el hormigón, no se pintarán, solamente se limpiarán. No se utilizarán materiales que perjudiquen la calidad de una soldadura a menos de 150 mm. de la zona a soldar y tras realizar la soldadura no se pintará sin antes haber eliminado las escorias.

Cordones de soldadura:

Las características mecánicas de los materiales de aportación serán superiores a las del material base. Las calidades de los materiales de aportación ajustadas a la norma UNE-EN ISO 14555 se consideran aceptables

Las uniones soldadas cumplirán con lo establecido en el punto 8 de la CTE-DB-SEA, más concretamente con las especificaciones del punto 8.6 del citado DB.

3.65.2. Control de calidad

Los materiales indicados a continuación deberán disponer del correspondiente marcado CE conforme la norma correspondiente sistema 2 consistente en un certificado del control de producción en fábrica por un organismo de certificación del control de producción en fábrica notificado:

- Productos laminados en caliente de aceros.
- Perfiles huecos de construcción acabados en caliente.
- Perfiles huecos para construcción soldados.

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

- Componentes estructurales.
- Conjuntos de elementos de fijación.
- Uniones atornilladas.
- Consumibles para el soldeo.

El fabricante aportará Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de cada elemento metálico que forma parte de la estructura metálica, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

Se definirán los lotes de ejecución de la estructura metálica, no superando en ningún caso los tamaños de lotes indicados a continuación:

Tipo de obra	Elementos verticales	Elementos horizontales
Edificios	- Vigas y pilares correspondientes a 500 m ² de superficie, sin rebasar las dos plantas	- Vigas, elementos superficiales y forjados correspondientes a 250 m ² de planta

El número mínimo de inspecciones a realizar a cada lote, será el indicado a continuación:

Unidades de ejecución	Tamaño máximo de la unidad de inspección
Control de la gestión de acopios	- Acopio ordenado por material, forma de suministro, fabricante y partida suministrada, en su caso
Revisión de planos de taller	- Planos correspondientes a una remesa de elementos
Manipulación de los productos de acero en taller	- Conjunto de productos manipulados en una jornada
Ensamblaje de elementos en taller, incluida la comprobación de fijaciones mecánicas	- Conjunto de elementos ensamblados en una jornada
Soldaduras	- De acuerdo con lo establecido en el articulado
Replanteos.	- Nivel o planta a ejecutar
Hormigonado de cimentaciones	- Hormigón vertido en una jornada
Montaje de elementos en obra, incluida la comprobación de fijaciones mecánicas y soldaduras	- Conjunto de elementos ensamblados en una jornada
Aplicación de tratamientos de protección	- Tratamiento aplicado en una jornada

Además, la estructura metálica cumplirá las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales, aspecto, revestido, soldaduras, tornillería etc.

El control de calidad del revestido de la estructura metálica cumplirá las especificaciones indicadas en el presente pliego para las piezas metálicas y además cumplirá lo indicado a continuación:

Ensayo de condensación de agua:

Como mínimo sobre 3 probetas de cada tipo de acero y de cada tipo de revestido a emplear para la ejecución de la estructura metálica objeto de la presente oferta, se realizará un ensayo de condensación de agua a 120

horas en el caso de pinturas aplicadas sobre acero y de 240 horas en el caso de pinturas aplicadas sobre acero recubierto de zinc, en todos los casos se realizará conforme la norma UNE-EN ISO 6270-1: 2019.

Tras el ensayo de condensación de agua las probetas no presentarán defectos según los métodos de evaluación de las normas UNE-EN ISO 4628-2:2016 a UNE-EN ISO 4628-5:2016 y la clasificación obtenida será tipo 0 ó 1 según la tabla 1 de la norma UNE-EN ISO 2409:2021. En el caso de que el espesor de pintura de la película seca sea mayor de 250 micras, se sustituirá este ensayo por la inexistencia de desprendimiento de la pintura del sustrato (A/B) en el ensayo de adherencia UNE-EN ISO 4624:2016, a menos que los valores de tracción sean mayores o iguales a 5 N/mm². La evaluación de la condición tras el ensayo según la norma UNE-EN ISO 2409:2021 o según el ensayo sustitutivo se realizará tras 24 horas de reacondicionamiento de la probeta.

Se considera que la probeta no presenta defectos según los métodos de evaluación de las normas UNE-EN ISO 4628-2:2016 a UNE-EN ISO 4628-5:2016 cuando cumple los siguientes requisitos:

- UNE-EN ISO 4628-2:2016: ampollamiento 0 (S0).
- UNE-EN ISO 4628-3:2016: óxido Ri 0.
- UNE-EN ISO 4628-4:2016: agrietamiento 0 (S0).
- UNE-EN ISO 4628-5:2016: descamación 0 (S0).

3.66. Entramado de acero o tramex y barandillas

3.66.1. Control de calidad

Rejilla tipo tramex:

- Material: acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1:2006 y UNE-EN 10025-1:2020.
- Sección: 30x30x3 mm.
- Tratamiento: galvanizado en caliente realizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:99 de espesor medio y espesor mínimo conforme lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2023.

Barandillas:

Las barandillas estarán formadas por tubos huecos de acero al carbono S-235-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1:2006 y UNE-EN 10025-1:2020., de diámetro exterior 50 mm y 4 mm de espesor.

Perfiles, chapas y elementos metálicos distintos de rejillas y barandillas:

Acero al carbono S-275-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1:2006 y UNE-EN 10025-1:2020..

Tornillería:

Tornillos de calidad 10.9, zincados, conformes con la norma UNE-EN ISO 898-1:2015.

Tuercas de calidad 10 zincadas, conformes con la norma UNE-EN ISO 898-2:2013.

Arandelas de calidad A zincadas conformes con la norma UNE-EN ISO 887-2000 AC:2006.

Revestido:

Todos los elementos excepto el tramex estarán revestidos, tal y como se indica a continuación.

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.
- Imprimación anticorrosiva a base de fosfato de zinc.

- Pintado de acabado a base de esmalte sintético en color Verde Navarra RAL 6005. Espesor superior a 100 micras.

3.66.2. Control de calidad

El fabricante poseerá Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204: 2006 de todos los elementos metálicos que forma parte del tramex y de las barandillas, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

El tramex y las barandillas, cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como, revestido, aspecto, soldaduras, tornillería, etc.

3.67. Bombas

Diseño

- Bombas: se ajustará a las especificaciones recogidas en la norma UNE-EN ISO 9905:1999/A1:2011 y UNE-EN ISO 9906: 2012 Grado 1 tipo 1U (como mínimo en el punto nominal de la curva) y grado 2B (en el resto de los puntos de la curva).

- Bombas: régimen de funcionamiento 1500 rpm.

- Presión de trabajo máxima: conforme lo especificado en el anejo correspondiente del presente proyecto.

- Disponibilidad de NPSH: conforme lo especificado en el anejo correspondiente del presente proyecto.

- En las bombas con variador: rendimiento mínimo a régimen nominal superior al 75%.

- En las bombas con arrancador: rendimiento mínimo a régimen nominal superior al 80%.

- Bridas: conforme la norma UNE 1092-2:1998.

- Tipo de cierre: cierre mecánico.

- Bombas centrífugas de doble aspiración y cámara partida.

- Bombas formadas por dos mitades que componen el cuerpo superior y el cuerpo inferior. Ambas salidas embridadas se encontrarán situadas en la parte inferior del cuerpo de la bomba. De forma tal que se pueda levantar la parte superior de la bomba sin necesidad de desconectar la bomba del resto de los elementos.

- El elemento de unión entre el bastidor inferior de la bancada y los pies de apoyo será un bastidor metálico, que permita el ajuste fino de nivelación mediante chapas calibradas con una altura total de las chapas inferior a 15 mm. No se podrá realizar en ningún caso mediante patas de apoyo regulables.

- Acoplamiento entre la bomba y el motor tipo n-eupex.

Cuerpo:

Fundición gris: GG-25 / EN-GJL 250 conforme la norma UNE-EN 1561:2012.

Impulsor:

Bronce rojo B 584 C 83600 según la norma ASTM.

Aro rozante del cuerpo:

Bronce rojo B 584 C 83600 según la norma ASTM.

Camisa del eje:

Bronce rojo B 584 C 83600 según la norma ASTM.

La camisa del eje se sujetará directamente sin ningún tipo de rosca o similar.

Eje:

Acero inoxidable AISI 420.

El eje será de diámetro constante entre cojinetes, sin roscas ni pasos que puedan debilitar el mismo.

Bancada:

Acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-2:2020.

Junta del cuerpo:

Junta tipo klingerseal o sellado químico.

Alojamiento de los rodamientos:

Fundición gris: GG-25 / EN-GJL 250 conforme la norma UNE-EN 1561:2012.

Rodamientos:

Los rodamientos en ambos extremos del eje serán de acero y de idéntico diámetro, cerrados mediante junta de labios y no necesitarán lubricación al menos durante 20.000 horas de funcionamiento

La junta de labios garantizará que en el caso de existir fugas, se impida la entrada de agua a los rodamientos.

Revestido de las 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.

- Pintado: resina epoxi en color azul RAL 5017.

* Interior: espesor mínimo total de 45 micras.

* Exterior: espesor mínimo total de 140 micras.

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.

3.67.1. Control de calidad

El fabricante aportará Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de cada elemento metálico que forma parte de las bombas, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

Las bombas deberán disponer del correspondiente marcado CE conforme la norma correspondiente.

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

Además, las bombas y bancadas cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales, aspecto, tornillería etc.

Como mínimo se realizarán en las instalaciones del fabricante

los ensayos indicados a continuación:

- Ensayo hidrostático

Todas las bombas se ensayarán conforme el apartado 6.3.3 de la norma UNE-EN ISO 9905. En presencia del laboratorio se ensayará una bomba de cada tipo, entendiéndose por tipo la misma potencia y el mismo funcionamiento (con variador o arranque directo).

- Ensayo de funcionamiento

Todas las bombas se ensayarán conforme el apartado 6.3.4 de la norma UNE-EN ISO 9905 en vigor y la norma EN ISO 9906:2012 Grado 1 tipo 1U. En presencia del laboratorio se ensayará una bomba de cada tipo, entendiéndose por tipo la misma potencia y el mismo funcionamiento (con variador o arranque directo).

- Ensayo de la NPSH

Todas las bombas se ensayarán conforme el apartado 6.3.5 de la norma UNE-EN ISO 9905 en vigor y la norma EN ISO 9906:2012 Grado 1 tipo 1U. En presencia del laboratorio se ensayará una bomba de cada tipo, entendiéndose por tipo la misma potencia y el mismo funcionamiento (con variador o arranque directo).

Para el cumplimiento de este ensayo no se permitirá la existencia de cavitaciones.

- Ensayo de vibraciones

Todas las bombas se ensayarán conforme el apartado 4.3.2 de la norma UNE-EN ISO 9905 en vigor como mínimo para el caudal nominal (+-5%) y para la velocidad nominal (+-5%). En presencia del laboratorio se ensayará una bomba de cada tipo, entendiéndose por tipo la misma potencia y el mismo funcionamiento (con variador o arranque directo).

- Ensayo de la temperatura de los rodamientos

En los dos rodamientos de todas las bombas se comprobará la temperatura de los mismos, para todos los caudales empleados para realizar el ensayo de funcionamiento excepto para el caudal de parada, siendo en todos los casos la temperatura obtenida inferior a 40°C más la temperatura ambiente. En presencia del

laboratorio se ensayará una bomba de cada tipo, entendiéndose por tipo la misma potencia y el mismo funcionamiento (con variador o arranque directo).

El fabricante de cada tipo de bomba aportará la siguiente documentación de acompañamiento:

- Hoja de datos
- Plano de instalación acotado
- Manual de instrucs. con:
 - *información sobre instalación y puesta en marcha, (preparación para un 1er arranque)
 - *funcionamiento
 - *parada completa
 - *mantenimiento (control, explotación y reparación)
 - *planos de seccion transvers. y lista de piezas
 - *holguras de funcionamiento
 - *Curvas de funcionamiento
 - *lista de piezas de recambio
- Si es necesario instrucciones particulares para condiciones específicas de funcionamiento.

3.68. Motores

3.68.1. Calidad de los materiales

Diseño:

- Tensión de trabajo 400/690 V trifásico más neutro.
- Frecuencia de trabajo 50 Hz.
- Temperatura ambiente 40 °C.
- Eficiencia IE4.
- Devanados y características necesarias para trabajo con variador de frecuencia (los motores que lo necesitan).
- Régimen de trabajo máximo de 1500 rpm.
- Altitud de trabajo de 780 m sobre el nivel del mar.
- Grado de protección superior a IP 55.
- Aislamiento clase F.
- Forma constructiva B3T.
- Factor de servicio: 1.00.
- Régimen S1.
- Nivel de ruido a 100% inferior a 80 Db.
- Refrigeración IC411 (TEFC).

- Engrasadores delanteros y traseros.
- PTC en devanados (1 por fase).
- Termorresistores PT-100 en devanados (2 por fase).
- Termorresistores PT-100 en rodamientos (1 por fase).
- Resistencia de caldeo 220-240 V, monofásica.
- Caja auxiliar para sondas de temperatura y resistencia de caldeo.
- Puesta a tierra en carcasa y en caja de bornas.
- Caja de bornas apta para girar 360° en pasos de 90°.
- Agujeros de drenaje.
- Placa de identificación: Acero inoxidable SAE 1600.
- Cojinetes aislados o escudo aislado.

El diseño de todos los componentes del motor se ajustará a las especificaciones recogidas en las normas NEMA y en las normas IEC en vigor.

Cuerpo del motor:

Fundición de hierro. EN-GJL 200 (GG-20), conforme la norma UNE-EN 1561:2012.

Eje:

Acero al carbono AISI/SAE 1045.

Tarjeta de identificación:

Acero inoxidable SAE 1600.

Revestido de los motores:

El revestido de los motores será como mínimo del tipo C5-M conforme las normas UNE-EN ISO 12944 actualmente en vigor.

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma 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 210° C.

Marcado:

Los motores contarán con una placa de identificación resistente a la corrosión, fijada firme y segura al motor. En ella como mínimo se indicará la potencia del motor, el nombre del fabricante y el número de identificación.

3.68.2. Control de calidad

El fabricante aportará Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de cada elemento metálico que forma parte de los motores, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

Además, los motores cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales, aspecto, tornillería etc.

El fabricante realizará, sobre cada uno de los motores suministrados, los ensayos estándar y además deberá poseer la capacidad de realizar los ensayos especiales que se detallan a continuación. Todos los ensayos se realizarán en general teniendo en cuenta las especificaciones recogidas en la legislación vigente y en particular conforme la norma UNE-EN IEC 60034-2-3:2020.

Ensayos estándar:

Ensayo de resistencia eléctrica en frío.

Ensayo de resistencia eléctrica en caliente.

Ensayo de vacío.

Ensayo en carga.

Ensayo de rotor bloqueado.

Ensayo de rigidez dieléctrica.

Ensayo de calentamiento.

Comprobación del rendimiento, factor de potencia, corriente y velocidad al 100%, 75% y 50%.

Ensayo de par máximo en tensión nominal.

Ensayos especiales:

Ensayo de nivel de ruido.

Ensayo de sobrevelocidad al 12%.

Ensayo de sobrecarga.

Ensayo de vibración

El fabricante aportará con las bombas la siguiente documentación:

- Manual de instrucciones, incluyendo información sobre la instalación, la puesta en marcha (preparación para el primer arranque), el funcionamiento, la parada completa, el mantenimiento (control, explotación y reparación), incluyendo planos de secciones transversales con la lista de las piezas, las holguras de funcionamiento etc., y si es necesario, instrucciones particulares para condiciones específicas de funcionamiento.

- Lista de las piezas de recambio.

- Resultados, especificaciones y tolerancias de todos los ensayos realizados en cada motor.

3.69. Colectores

Los colectores cumplirán lo especificado en el presente pliego para las piezas especiales metálicas, tanto en la calidad de los materiales como en el control de calidad, con excepción de lo indicado a continuación.

Diseño:

- La ovalación máxima permitida en cada una de las salidas de la pieza especial será de 2 mm, medida mediante micrómetro de interiores.

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

- La diferencia de alineación entre salidas enfrentadas dentro de una misma pieza especial, medida mediante micrómetro de interiores como diferencia entre los diámetros interiores de ambas salidas enfrentadas, será como máximo de 2 mm.

Crucetas:

Todos los colectores se suministrarán con una cruceta en cada una de las salidas.

Las crucetas no dañarán el revestido interior de las piezas tras la retirada en obra de las mismas.

Juntas:

Dureza IHRD 70 conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006 y conforme lo especificado en el presente pliego para juntas elastoméricas.

Juntas:

Neopreno.

Revestido:

Todos los colectores estarán revestidos tal y como se indica a continuación.

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ ,conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008.

- Pintado opción 1:

* Revestido interior: 2 capas de pintura epoxi. El espesor final no será inferior a 300 micras. Podrá reducirse el espesor final hasta un mínimo de 150 micras, en el caso de emplearse pintura epoxi de altos sólidos.

* Revestido exterior: 1 capa de pintura epoxi de espesor mínimo de 120 micras y 1 capa de pintura de poliuretano de espesor mínimo de 50 micras en color azul RAL 5017. El espesor final no será inferior a 225 micras.

- Pintado opción 2: revestido conforme la norma UNE-EN ISO 12944-5:2020, en los mismos colores que los indicados en la opción 1, con la siguiente clasificación:

* MA: Muy alta.

* C4: Alta.

La cara plana de todas las bridas estará mecanizada y pintada, de forma tal que no queden descuelgues de pintura en las mismas.

El revestido de las soldaduras realizadas “in situ” en la obra se realizará conforme lo especificado a continuación:

- Lijado de la superficie.

- Revestido con esmalte a base de resina alcídica, con un espesor mínimo de 125 micras.

El esmalte a base de resina alcídica cumplirá las siguientes especificaciones:

- Buen y rápido secado.

- Gran resistencia al repintado.

- Gran adherencia sobre los metales.

- Aplicación mediante pistola o brocha.

- Acabado: brillante.

- Color: se le indicará al adjudicatario en el momento de realizar el pedido.

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

- Peso específico: 1,1 – 1,2 kg/l.
- Viscosidad: 240” Copa Ford N°4 a 25°C.
- Secado al tacto: 20 minutos a 20 °C.
- Intervalo mínimo de repintado: 1 hora.
- Rendimiento mínimo: 10 m2/kg.

3.70. Elementos prefabricados de hormigón resistentes

3.70.1. Calidad de los materiales

Cementos:

El cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las características que se exigen al mismo en el Artículo 33 del CTE.

Podrán utilizarse aquellos cementos que cumplan las siguientes condiciones:

- ser conformes con la reglamentación específica vigente,
- cumplan las limitaciones de uso establecidas en la tabla 28 del CTE,
- pertenezcan a la clase resistente 32,5 o superior.

Está expresamente prohibido el almacenamiento en el mismo silo o la mezcla de cementos de diferentes tipos, clases de resistencia o fabricantes en la elaboración del hormigón, ya que se perdería la trazabilidad y las garantías del producto.

Tipo de hormigón	Tipo de cemento
Hormigón en masa.	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM III/A-W, CEM II/B-W, CEM III/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C. Cementos para usos especiales ESP VI-1.
Hormigón armado.	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM III/A-W, CEM II/B-W, CEM III/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B.
Hormigón pretensado.	Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM III/A-P y CEM III/A-M (V, P).

Tabla 80: Tipos de cemento utilizable.

Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 28.

En la tabla anterior, las condiciones de utilización permitida para cada tipo de hormigón, se deben considerar extendidas a los cementos blancos (BL) y a los cementos con características adicionales de resistencia a sulfatos y al agua de mar (SRC y SR), de resistencia al agua de mar (MR, SR y SRC) y de bajo calor de hidratación (LH) correspondientes al mismo tipo y clase resistente que aquellos.

Cuando el cemento se utilice como componente de un producto de inyección adherente se tendrá en cuenta lo prescrito en el apartado 37.4.2 del CTE.

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado 33.1 del CE en relación con el contenido total de ion cloruro para el caso de cualquier tipo de cemento, así como con el contenido de finos en el hormigón, para el caso de cementos con adición de filler calizo.

Se consideran cementos de endurecimiento lento los de clase resistente 32,5N, de endurecimiento normal los de clases 32,5R y 42,5N y de endurecimiento rápido los de clases 42,5R, 52,5N y 52,5R.

Agua:

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión.

En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica. El agua potable de red de grandes núcleos urbanos, que cumpla el Real Decreto 314/2016, de 29 de julio, por el

que se modifican el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, es apta para el amasado y curado del hormigón.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán cumplir las condiciones indicadas en la siguiente tabla, determinada conforme con los métodos de ensayo recogidos para cada característica en la norma UNE correspondiente.

Característica del agua		Limitación	Norma
Exponente de hidrógeno, pH.		≥ 5	UNE 83952
Sulfatos (en general), expresado en SO ₄ ²⁻ .		≤ 1 g/l	UNE 83956
Sulfatos (cementos SRC y SR), expresado en SO ₄ ²⁻ .		≤ 5 g/l	
Ion cloruro.	a) hormigón pretensado.	≤ 1 g/l	UNE 83958
	b) hormigón armado y hormigón en masa con armaduras para evitar fisuración.	≤ 2 g/l	
Álcalis, expresado en Na ₂ O _{equiv} (1) (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O).		≤ 1,5 g/l	(2)
Sustancias disueltas.		≤ 15 g/l	UNE 83957
Hidratos de carbono.		= 0 g/l	UNE 83959
Sustancias orgánicas solubles en éter.		≤ 15 g/l	UNE 83960

(1) Si se sobrepasa este límite, se podrá utilizar el agua solo en el caso de que se acredite haber medidas para evitar posibles reacciones álcali-árido.

(2) La determinación de álcalis se podrá realizar mediante la técnica de fotometría de llama o espectroscopia de masa con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS).

Tabla 81: Especificaciones del agua de amasado.

Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 29.

Podrán emplearse aguas de mar o aguas salinas análogas para el amasado o curado únicamente de hormigones que no tengan armadura alguna. Siempre que lo justifique expresamente el proyecto, mediante un estudio documental y de las decisiones adoptadas relativas a durabilidad (tipo de cemento, recubrimientos, etc.), o bien mediante un estudio experimental de durabilidad, podrá aplicarse un curado por inmersión en agua de mar en elementos de hormigón armado que vayan a estar situados permanentemente en clase de exposición XS2, evitando en todo el proceso que se produzcan ciclos de secado del hormigón.

Se permite el empleo de aguas recicladas procedentes de operaciones desarrolladas en la propia central de hormigonado, siempre y cuando cumplan las especificaciones anteriormente definidas en este artículo. Además se deberá cumplir que el valor de densidad del agua reciclada no supere el valor 1,3 g/cm³ y que la densidad del agua total no supere el valor de 1,1 g/cm³. La densidad del agua reciclada está directamente relacionada con el contenido en finos que aportan al hormigón, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$M = \left(\frac{1 - d_a}{1 - d_f} \right) \cdot d_f$$

donde:

M Masa de finos presente en el agua, en g/cm³.

d_a Densidad del agua en g/cm³.

d_f Densidad del fino, en g/cm³.

En relación con el contenido de finos aportado al hormigón, se tendrá en cuenta lo indicado en el apartado 33.1 del CTE. Para el cálculo del contenido de finos que se aporta en el agua reciclada, se puede considerar un valor de d_f igual a 2,1 g/cm³ salvo valor experimental obtenido mediante determinación en el voluménometro de Le Chatelier, a partir de una muestra desecada en estufa y posteriormente pulverizada hasta pasar por el tamiz 200 µm.

Con respecto al contenido de ion cloruro, se tendrá en cuenta lo previsto en el apartado 33.1 del CTE.

Áridos:

Las características de los áridos deberán permitir alcanzar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón que con ellos se fabrica, así como cualquier otra exigencia que se requieran en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto. Los áridos deben tener marcado CE según la norma UNE-EN 12620, y las propiedades definidas en la declaración de prestaciones (DdP).

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse áridos gruesos (gravas) y áridos finos (arenas), según UNE-EN 12620, rodados o procedentes de rocas machacadas, así como escorias de horno alto enfriadas por aire o áridos reciclados, todos ellos según UNE-EN 12620 y, en general, cualquier otro tipo de árido cuya evidencia de buen comportamiento haya sido sancionado por la práctica y se justifique debidamente.

En el caso de áridos reciclados, se seguirá lo establecido en el apartado 30.8 del CTE. En el caso de áridos ligeros, se deberá cumplir lo indicado en el Anejo 8 del CTE. En el caso de utilizar escorias de horno alto enfriadas por aire, se seguirá lo establecido en el apartado 30.9 del CTE.

Los áridos no deben descomponerse por los agentes exteriores a que estarán sometidos en obra. Por tanto, no deben emplearse tales como los procedentes de rocas blandas, friables, porosas, etc., ni los que contengan nódulos de yeso, compuestos ferrosos, sulfuros oxidables, etc. en proporciones superiores a lo que permite el CTE.

Los áridos se designarán, de acuerdo con el siguiente formato:

d/D - IL

donde:

d/D Fracción granulométrica, comprendida entre un tamaño mínimo, d, y un tamaño máximo, D, en mm.

IL Forma de presentación: R, rodado; T, triturado (de machaqueo); M, mezcla.

Preferentemente, se indicará también la naturaleza del árido (C, calizo; S, silíceo; G, granito; O, ofita; B, basalto; D, dolomítico; Q, traquita; I, fonolita; V, varios; A, artificial; R, reciclado), en cuyo caso, la designación sería

d/D – IL - N

En la fase de proyecto, a efectos de la especificación del hormigón, es necesario únicamente establecer para el árido su tamaño máximo en mm, de acuerdo con el apartado 33.6 del CE (donde se denomina TM) y, en su caso, especificar el empleo de árido reciclado y su porcentaje de utilización).

Se denomina tamaño máximo D de un árido grueso o fino, la mínima abertura de tamiz UNE-EN 933-2 que cumple los requisitos generales recogidos en la norma UNE-EN 12620, en función del tamaño del árido.

Se denomina tamaño mínimo d de un árido grueso o fino, la máxima abertura de tamiz UNE-EN 933-2 que cumple los requisitos generales recogidos en la norma UNE-EN 12620, en función del tipo y del tamaño del árido.

Los tamaños mínimo d y máximo D de los áridos deben especificarse por medio de un par de tamices de la serie básica, o la serie básica más la serie 1, o la serie básica más la serie 2 de la norma UNE-EN 12620. No se podrán combinar los tamices de la serie 1 con los de la serie 2.

Los tamaños de los áridos no deben tener un D/d menor que 1,4.

A efectos de la fabricación del hormigón, se denomina grava o árido grueso total, a la mezcla de las distintas fracciones de árido grueso que se utilicen; arena o árido fino total a la mezcla de las distintas fracciones de árido fino que se utilicen; y árido total (cuando no haya lugar a confusiones, simplemente árido), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

El tamaño máximo del árido grueso utilizado para la fabricación del hormigón será menor que las dimensiones siguientes:

a) 0,8 veces la distancia horizontal libre entre vainas o armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo mayor que 45° con la dirección de hormigonado.

b) 1,25 veces la distancia entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo no mayor que 45° con la dirección de hormigonado.

c) 0,25 veces la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:

- Losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.

- Piezas de ejecución muy cuidada (caso de prefabricación en taller) y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados que se encofran por una sola cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

El árido grueso se podrá componer como suma de una o varias fracciones granulométricas. Cuando el hormigón deba pasar entre varias capas de armaduras, convendrá emplear un tamaño máximo de árido menor que el que corresponde a los límites a) o b) si fuese determinante.

La granulometría de los áridos, determinada de conformidad con la norma UNE-EN 933-1, debe cumplir los requisitos correspondientes a su tamaño de árido d/D. La granulometría de los áridos gruesos se debe ajustar a la categoría Gc 90/15 o Gc 85/20, mientras que el árido fino será de categoría GF85.

La cantidad de finos que pasan por el tamiz 0,063 (de conformidad con la norma UNE-EN 933-1), expresada en porcentaje del peso de la muestra de árido grueso total o de árido fino total, no excederá los valores de la tabla 30.4.1.a del CTE. En cualquier caso, deberá comprobarse que se cumple la especificación relativa a la limitación del contenido total de finos en el hormigón recogido en el apartado 33.1 del CTE.

Tabla 30.4.1.a Contenido máximo de finos en los áridos

Árido	Porcentaje máximo que pasa por el tamiz 0,063 mm	Categoría	Tipos de áridos
Grueso.	1,5 %	f _{1,5}	Cualquiera.
Fino.	6 %	f ₆	– Áridos redondeados. – Áridos de machaqueo no calizos para obras sometidas a las clases de exposición XS, XD, XA, XF o XM(1).
	10 %	f ₁₀	– Áridos de machaqueo calizos para obras sometidas a las clases de exposición XS, XD, XA, XF o XM(1). – Áridos de machaqueo no calizos para obras sometidas a las clases de exposición X0 o XC y no sometidas a ninguna de las clases de exposición XA, XF o XM(1).
	16 %	f ₁₆	– Áridos de machaqueo calizos para obras sometidas a las clases de exposición X0 o XC y no sometidas a ninguna de las clases de exposición XA, XF o XM(1).

(1) Véase la tabla 27.1.a.

Tabla 82: Contenido máximo de finos en los áridos.
Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 30.4.1.a

Salvo en el caso indicado en el párrafo siguiente, no se utilizarán áridos finos cuyo equivalente de arena (SE4), determinado sobre la fracción 0/4 del árido, de conformidad con el Anexo A de la norma UNE-EN 933-8 sea inferior a: a) 70 (Categoría SE4 70), para obras sometidas únicamente a la clase de exposición X0 o XC. b) 75 (Categoría SE4 75), en el resto de los casos.

No obstante lo anterior, aquellas arenas procedentes del machaqueo de rocas calizas o dolomías (entendiendo como tales aquellas rocas sedimentarias carbonáticas que contienen al menos un 70 % de calcita, dolomita o de ambas), que no cumplan la especificación del equivalente de arena, podrán ser aceptadas como válidas cuando se cumplan las condiciones siguientes:

– para obras sometidas únicamente a clases de exposición X0 o XC,

$$MB \leq 0,6 \cdot \frac{f}{100}$$

– donde MB es el valor de azul de metileno, según UNE-EN 933-9, expresado en gramos de azul por cada kilogramo de fracción granulométrica 0/2 y f es el contenido de finos de la fracción 0/2, expresado en g/kg y determinado de acuerdo con UNE-EN 933-1,

– para los restantes casos,

$$MB \leq 0,3 \cdot \frac{f}{100}$$

Cuando para la clase de exposición de que se trate, el valor de azul de metileno sea superior al valor límite establecido en el párrafo anterior y se tenga duda sobre la existencia de arcilla en los finos, se podrá identificar y valorar cualitativamente su presencia en dichos finos mediante el ensayo de difracción de rayos X. Solo se podrá utilizar el árido fino si las arcillas son del tipo caolinita o illita y si las propiedades mecánicas y de penetración de agua a presión de los hormigones fabricados con esta arena son, al menos, iguales que las de un hormigón fabricado con los mismos componentes, pero utilizando la arena sin finos. El estudio correspondiente deberá ir acompañado de documentación fehaciente que contendrá en todos los casos el análisis mineralógico del árido, y en particular su contenido en arcilla.

La forma del árido grueso se expresará mediante su índice de lajas, entendido como el porcentaje en peso de áridos considerados como lajas según UNE-EN 933-3, y su valor debe ser inferior a 35 (Categoría FI35).

Requisitos físico-mecánicos. Se cumplirán las siguientes limitaciones:

– Resistencia a la fragmentación del árido grueso determinada con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE-EN 1097-2 (ensayo de Los Ángeles): ≤ 40 (Categoría LA40). –

Absorción de agua por los áridos, determinada con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE-EN 1097-6: ≤ 5 %.

Para la fabricación de hormigón en masa o armado, de resistencia característica especificada no superior a 30 N/mm², podrán utilizarse áridos gruesos con una resistencia a la fragmentación ≤ 50 (LA50) en el ensayo de Los Ángeles (UNE-EN 1097-2) si existe experiencia previa en su empleo y hay estudios experimentales específicos que avalen su utilización sin perjuicio de las prestaciones del hormigón. Cuando el hormigón esté sometido a la clase de exposición XF y el árido grueso tenga una absorción de agua superior al 1 %, éste deberá presentar una pérdida de peso al ser sometidos a cinco ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato magnésico (método de ensayo UNE-EN 1367-2) que no será superior al 18 % (Categoría MS18). Un resumen de las limitaciones de carácter cuantitativo se recoge en la siguiente tabla.

Propiedades del árido	Cantidad máxima en % del peso total de la muestra	
	Árido fino	Árido grueso
Absorción de agua %. Determinada con arreglo al método de ensayo indicado en UNE-EN 1097-6.	5 %	5 %
Resistencia a la fragmentación del árido grueso. Determinada con arreglo al método de ensayo indicado en UNE-EN 1097-2.	–	40 ^(*)
Pérdida de peso % con cinco ciclos de sulfato magnésico. Determinada con arreglo al método de ensayo indicado en UNE-EN 1367-2.	–	18 %

^(*) 50, en el caso indicado en el articulado.

Tabla 83: Requisitos físico-mecánicos.

Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 30.6.

En la siguiente tabla se indican los requisitos químicos que han de cumplir los áridos:

Sustancias perjudiciales	Cantidad máxima en % del peso total de la muestra		
	Árido fino	Árido grueso	
Compuestos totales de azufre expresados en S y referidos al árido seco, determinados con arreglo al método de ensayo indicado en el apartado 11 de UNE-EN 1744-1.	1,00	1,00 ^(*)	
Sulfatos solubles en ácidos, expresados en SO ₃ y referidos al árido seco, determinados según el método de ensayo indicado en el apartado 12 de UNE-EN 1744-1.	0,80	0,80	
Cloruros expresados en Cl ⁻ y referidos al árido seco, determinados con arreglo al método de ensayo indicado en el apartado 7 de UNE-EN 1744-1.	Hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración.	0,05	0,05
	Hormigón pretensado.	0,03	0,03

^(*) Este valor será del 2 % en el caso de escorias de horno alto enfriadas al aire.

Tabla 84: Requisitos químicos

Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 30.7.

El contenido en ion cloruro (Cl⁻) soluble en agua de los áridos grueso y fino para hormigón, determinado de conformidad con el Artículo 7 de la norma UNE-EN 1744-1, no podrá exceder del 0,05 % en masa del árido, cuando se utilice en hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración, y no podrá exceder del 0,03 % en masa del árido, cuando se utilice en hormigón pretensado, de acuerdo con lo indicado en la tabla 30.7. Con respecto al contenido total en los hormigones del ion cloruro, Cl⁻, se tendrá en cuenta lo prescrito en el apartado 33.1 del CTE.

El contenido en sulfatos solubles en ácido, expresados en SO₃, de los áridos grueso y fino, determinado de conformidad con el Artículo 12 de la Norma UNE-EN 1744-1, no podrá exceder de 0,8 % en masa del árido, tal y como indica la tabla 30.7. En el caso de escorias de horno alto enfriadas por aire, la anterior especificación será del 1 %.

Los compuestos totales de azufre expresados en S de los áridos grueso y fino, determinados de conformidad con el Artículo 11 de la norma UNE-EN 1744-1, no podrán exceder del 1 % en masa del peso total de la muestra. En el caso de escorias de horno alto enfriadas por aire, la anterior especificación será del 2 %. En el caso de que se detecte la presencia de sulfuros de hierro oxidables en forma de pirrotina, el contenido de azufre expresado en S, será inferior al 0,1 %.

En el caso de detectarse la presencia de sustancias orgánicas, de acuerdo con el apartado 15.1 de la norma UNE-EN 1744-1, se determinará su efecto sobre el tiempo de fraguado y la resistencia a la

compresión, de conformidad con el apartado 15.3 de dicha norma. El mortero preparado con estos áridos deberá cumplir que: a) El aumento del tiempo de fraguado de las muestras de ensayo de mortero será inferior a 120 minutos. b) La disminución de la resistencia a la compresión de las muestras de ensayo de mortero a los 28 días será inferior al 20 %. No se emplearán aquellos áridos finos que presenten una proporción de materia orgánica tal que, ensayados con arreglo al método de ensayo indicado en el apartado 15.1 de la norma UNE-EN 1744-1, produzcan un color más oscuro que el de la sustancia patrón.

Para clases de exposición diferentes a X0, XC1 o XM asociadas a un ambiente permanentemente seco, se deberá comprobar la potencial reactividad de los áridos frente a los álcalis.

Para su comprobación se realizará, en primer lugar, un estudio petrográfico, del cual se obtendrá información sobre el tipo de reactividad que, en su caso, puedan presentar.

Si del estudio petrográfico del árido se deduce la posibilidad de que presente reactividad álcali-sílice o álcali-silicato, se debe realizar el ensayo descrito en la norma UNE 146508 EX (método acelerado en probetas de mortero).

Si del estudio petrográfico del árido se deduce la posibilidad de que presente reactividad álcali-carbonato, se debe realizar el ensayo descrito en la norma UNE 146507-2EX. En el caso de mezcla, natural o artificial, de áridos calizos y silíceos, este ensayo se realizará sobre la fracción calizo-dolomítica del árido.

Si a partir de los resultados de algunos de los ensayos anteriormente indicados para determinar la reactividad se deduce que el material es potencialmente reactivo, el árido podrá utilizarse:

– Si son satisfactorios los resultados del ensayo de reactividad potencial a largo plazo sobre prismas de hormigón, según UNE 146509EX, presentando una expansión al finalizar el ensayo menor o igual al 0,04%.

– En cualquier caso, si se cumplen los requisitos recogidos en el apartado 43.3.4.3 del CTE.

Aditivos:

Se entiende por aditivos aquellas sustancias o productos que, incorporados al hormigón antes del amasado (o durante el mismo o en el transcurso de un amasado suplementario) en una proporción no superior al 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada, en estado fresco o endurecido, de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico, 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 elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes.

Sin embargo, en la prefabricación de elementos con armaduras pretensas elaborados con máquinas de fabricación continua, podrán usarse aditivos plastificantes que tengan un efecto secundario de inclusión de aire, siempre que se compruebe que no perjudica sensiblemente la adherencia entre el

hormigón y la armadura, afectando al anclaje de esta. En cualquier caso, la cantidad total de aire ocluido no excederá del 6% en volumen, medido según UNE-EN 12350-7.

Con respecto al contenido de ion cloruro, se tendrá en cuenta lo prescrito en el apartado 33.1 del CTE.

Se consideran fundamentalmente los seis tipos de aditivos que se recogen en la siguiente tabla:

Tipo de aditivo	Función principal
Reductores de agua / plastificantes.	Disminuir el contenido de agua de un hormigón para una misma trabajabilidad o aumentar la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua.
Reductores de agua de alta actividad / superplastificantes.	Disminuir significativamente el contenido de agua de un hormigón sin modificar la trabajabilidad o aumentar significativamente la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua.
Modificadores de fraguado / aceleradores, retardadores.	Modificar el tiempo de fraguado de un hormigón.
Incluidores de aire.	Producir en el hormigón un volumen controlado de finas burbujas de aire, uniformemente repartidas, para mejorar su comportamiento frente a las heladas.
Multifuncionales.	Modificar más de una de las funciones principales definidas con anterioridad.
Moduladores de la viscosidad.	Limitar la segregación mediante la mejora de la cohesión.

Tabla 85: Tipos de aditivos.

Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 31.2.

Los aditivos de cualquiera de los seis tipos descritos anteriormente deberán tener marcado CE según la norma UNE-EN 934-2. En la declaración de prestaciones, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en UNE-EN 934-2, así como el certificado del fabricante que garantice que el producto satisface los requisitos prescritos en la citada norma, el intervalo de eficacia (proporción a emplear) y su función principal de entre las indicadas en la tabla anterior. Salvo indicación previa en contra de la dirección facultativa, el suministrador podrá emplear cualquiera de los aditivos incluidos en la tabla anterior. La utilización de otros aditivos distintos a los contemplados en este apartado, requiere la aprobación previa de la dirección facultativa.

La utilización de aditivos en el hormigón, una vez en la obra y antes de su colocación en la misma, requiere de la autorización de la Dirección de Obra y el conocimiento del suministrador del hormigón.

Hormigón:

La composición elegida para la preparación de las mezclas destinadas a la construcción de estructuras o elementos estructurales deberá estudiarse previamente, con el fin de asegurarse de que es capaz de proporcionar hormigones cuyas características mecánicas, reológicas y de durabilidad satisfagan las exigencias del proyecto. Estos estudios se realizarán teniendo en cuenta, en todo lo posible, las condiciones de la obra real (diámetros, características superficiales y distribución de armaduras, modo de compactación, dimensiones de las piezas, etc.).

Los componentes del hormigón deberán cumplir las prescripciones incluidas en los Artículos 28, 29, 30, 31 y 32 del CTE. Además, el ion cloruro total aportado por los componentes no excederá de los siguientes límites:

- Obras de hormigón pretensado: 0,2 % del peso del cemento.
- Obras de hormigón armado u obras de hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración: 0,4 % del peso del cemento.

En el caso de hormigones expuestos a ambientes XD o XS los valores anteriores se reducirán al 0,1% del peso de cemento para obras de hormigón pretensado y 0,2% para obras de hormigón armado.

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 200 kg/m³. En el caso de emplearse agua reciclada, de acuerdo con el artículo 29, dicho límite podrá incrementarse hasta 210 kg/m³. Exclusivamente para el caso de los hormigones autocompactantes, se recomienda que esta cantidad no sea mayor a 250 kg/m³.

Cualquier característica de calidad medible de una amasada, vendrá expresada por el valor medio de un número de determinaciones (igual o superior a dos) de la característica de calidad en cuestión, realizadas sobre partes o porciones de la amasada.

La resistencia del hormigón a compresión se refiere a los resultados obtenidos en ensayos de rotura a compresión a 28 días, realizados sobre probetas cilíndricas de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura, fabricadas, conservadas y ensayadas conforme a lo establecido en el CE. En el caso de que el control de calidad se efectúe mediante probetas cúbicas, se seguirá el procedimiento establecido en el apartado 57.3.2 del CE. Las fórmulas contenidas en el CE corresponden a experimentación realizada con probeta cilíndrica, y del mismo modo, los requisitos y prescripciones que figuran en el Código se refieren, salvo que expresamente se indique otra cosa, a probeta cilíndrica. A los efectos del CE, se entiende como:

– Resistencia característica de proyecto, f_{ck} , es el valor que se adopta en el proyecto para la resistencia a compresión, como base de los cálculos. Se denomina también resistencia característica especificada o resistencia de proyecto.

– Resistencia característica real de obra, $f_{c\text{ real}}$, es el valor que corresponde al cuantil del 5 por 100 en la distribución de resistencia a compresión del hormigón suministrado a la obra.

– Resistencia característica estimada, $f_{c\text{ est}}$, es el valor que estima o cuantifica la resistencia característica real de obra a partir de un número finito de resultados de ensayos normalizados de resistencia a compresión, sobre probetas tomadas en obra. Abreviadamente se puede denominar resistencia característica.

En algunas obras en las que el hormigón no vaya a estar sometido a sollicitaciones en los tres primeros meses a partir de su puesta en obra, podrá referirse la resistencia a compresión a la edad de 90 días. En ciertas obras o en alguna de sus partes, el pliego de prescripciones técnicas particulares puede exigir la determinación de las resistencias a tracción o a flexotracción del hormigón, mediante ensayos normalizados.

Se denominan hormigones de alta resistencia a los hormigones con resistencia característica de proyecto f_{ck} superior a 50 N/mm². A efectos del presente Código, se consideran hormigones de endurecimiento rápido los fabricados con cemento de clase resistente 42,5R, 52,5 o 52,5R siempre que su relación agua/cemento sea menor o igual que 0,60, los fabricados con cemento de clase resistente 32,5R o 42,5 siempre que su relación agua/cemento sea menor o igual que 0,50 o bien aquellos en los que se utilice acelerante de fraguado. El resto de los casos se consideran hormigones de endurecimiento normal.

En los hormigones estructurales, la resistencia de proyecto f_{ck} no será inferior a 20 N/mm² en hormigones en masa, ni a 25 N/mm² en hormigones armados o pretensados. Cuando se establezca, de acuerdo con el apartado 57.5.6 del CTE, un control indirecto de la resistencia en estructuras de hormigón en masa o armado deberá adoptarse un valor de la resistencia de cálculo a compresión f_{cd} no superior a 15 N/mm². En estos casos de nivel de control indirecto de la resistencia del hormigón, la cantidad mínima de cemento en la dosificación del hormigón también deberá cumplir los requisitos de la tabla 43.2.1.a del CTE.

La docilidad del hormigón será la necesaria para que, con los métodos previstos de puesta en obra y compactación, el hormigón rodee las armaduras sin solución de continuidad con los recubrimientos exigibles y rellene completamente los encofrados sin que se produzcan coqueas. En general, la docilidad del hormigón se valorará determinando su consistencia por medio del ensayo de asentamiento, según UNE-EN 12350-2 excepto para los hormigones autocompactantes.

Cuando se determine la docilidad de acuerdo con el ensayo de asentamiento, las distintas clases de consistencia serán las siguientes:

Tipo de consistencia	Asentamiento en mm
Seca (S)	0-20
Plástica (P)	30-40
Blanda (B)	50-90
Fluida (F)	100-150
Líquida (L)	160-210

Tabla 86: Clases de consistencia.
Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 33.5.a.

Salvo justificación específica en aplicaciones que así lo requieran, no se empleará las consistencias seca y plástica. Además, no podrá emplearse la consistencia líquida, salvo que se consiga mediante el empleo de aditivos superplastificantes.

En obras de edificación, para pilares, forjados y vigas se utilizará un hormigón de consistencia fluida salvo justificación en contra. Esta prescripción se podría aplicar también a elementos de ingeniería civil, en especial los que pudiesen estar densamente armados, como por ejemplo tableros de puentes o estribos.

En todo caso, la consistencia del hormigón que se utilice será la especificada en el pliego de prescripciones técnicas particulares, definiendo aquella por su tipo o por el valor numérico de su asentamiento en mm.

Los hormigones se tipificarán de acuerdo con el siguiente formato (lo que deberá reflejarse en los planos de proyecto y en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto):

T - R / C / TM / A

donde:

T Indicativo que será HM en el caso de hormigón en masa, HA en el caso de hormigón armado, HP en el de pretensado.

R Resistencia característica especificada, en N/mm².

C Letra inicial del tipo de consistencia, tal y como se define en el apartado 33.5 del CTE.

TM Tamaño máximo del árido en milímetros, definido en el apartado 30.3 del CTE.

A Designación del ambiente, de acuerdo con 27.1.a del CTE.

La sigla T indicativa del tipo de hormigón será HRM o HRA para el caso de hormigones en masa o armados, respectivamente, fabricados con árido reciclado.

En cuanto a la resistencia característica especificada, se recomienda utilizar la siguiente serie: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100 en la cual las cifras indican la resistencia característica especificada del hormigón a compresión a 28 días, sobre probeta cilíndrica, expresada en N/mm².

La resistencia de 20 N/mm² se limita en su utilización a hormigones en masa.

El hormigón que se prescriba deberá ser tal que, además de la resistencia mecánica, asegure el cumplimiento de los requisitos de durabilidad (contenido mínimo de cemento y relación agua/cemento máxima) correspondientes al ambiente del elemento estructural, reseñados en la tabla 43.2.1.a del CTE.

Aceros:

los productos de acero que pueden emplearse para la elaboración de armaduras pasivas pueden ser:

- Barras rectas o rollos de acero corrugado o grafilado.
- Alambres de acero corrugado o grafilado.

No se permite el empleo de alambres lisos para la elaboración de armaduras pasivas, excepto como elementos de conexión de armaduras básicas electrosoldadas en celosía. Los productos de acero para armaduras pasivas no presentarán defectos superficiales ni grietas.

Las secciones nominales y las masas nominales por metro serán las establecidas en la tabla 6 de la norma UNE-EN 10080. La sección equivalente no será inferior al 95,5 por 100 de la sección nominal. Se entiende por diámetro nominal de un producto de acero el número convencional que define el círculo respecto al cual se establecen las tolerancias. El área del mencionado círculo es la sección nominal.

Se entiende por sección equivalente de un producto de acero, el área de la sección circular de un cilindro ideal de igual volumen y longitud. El diámetro de dicho círculo se denomina diámetro equivalente. La determinación de la sección equivalente debe realizarse a partir de la masa real, determinada mediante pesada, sobre una longitud mínima de 500 mm y después de limpiar cuidadosamente el producto de acero para eliminar las posibles escamas de laminación y el óxido no adherido firmemente. Se calculará mediante la fórmula:

$$S = 127,389 \frac{m}{l}$$

donde:

S es el área de la sección, en mm², con tres cifras significativas;

m es la masa de la probeta, en g;

l es la longitud de la probeta, en mm

Se considerará como límite elástico del acero para armaduras pasivas, f_y , el valor de la tensión que produce una deformación remanente del 0,2 por 100.

El proceso de fabricación del acero será una elección del fabricante.

Solo podrán emplearse barras o rollos de acero soldable que sean conformes con UNE-EN 10080. Los posibles diámetros nominales de las barras corrugadas serán los definidos en la serie siguiente, de acuerdo con la tabla 6 de la norma UNE-EN 10080:

6 – 8 – 10 – 12 – 14 – 16 – 20 – 25 – 32 y 40 mm

Salvo en el caso de mallas electrosoldadas o armaduras básicas electrosoldadas en celosía, se procurará evitar el empleo del diámetro de 6 mm cuando se aplique cualquier proceso de soldadura, resistente o no resistente, en la elaboración o montaje de la armadura pasiva.

En la siguiente tabla se definen los tipos de acero soldable, según UNE 36065 y UNE 36068:

Tipo de acero	Acero soldable		Acero soldable con características especiales de ductilidad	
	B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Designación	B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Límite elástico, f_y (N/mm ²) ⁽¹⁾	≥ 400	≥ 500	≥ 400	≥ 500
Carga unitaria de rotura, f_t (N/mm ²) ⁽¹⁾	≥ 440	≥ 550	≥ 480	≥ 575
Alargamiento de rotura, $\epsilon_{u,5}$ (%)	≥ 14	≥ 12	≥ 20	≥ 16
Alargamiento total bajo carga máxima, ϵ_{max} (%)	acero suministrado en barra	≥ 5,0	≥ 7,5	≥ 7,5
	acero suministrado en rollo ⁽³⁾	≥ 7,5	≥ 10,0	≥ 10,0
Relación f_t/f_y ⁽²⁾	≥ 1,08	≥ 1,08	$1,20 \leq f_t/f_y \leq 1,35$	$1,15 \leq f_t/f_y \leq 1,35$ ⁽⁴⁾
Relación $f_{y,real}/f_{y,nominal}$	--	--	≤ 1,20	≤ 1,25

⁽¹⁾ Para el cálculo de los valores unitarios se utilizará la sección nominal.

⁽²⁾ Relación admisible entre la carga unitaria de rotura y el límite elástico obtenidos en cada ensayo.

⁽³⁾ En el caso de aceros procedentes de suministros en rollo, los resultados pueden verse afectados por el método de preparación de la muestra para su ensayo, que deberá hacerse conforme a lo indicado en el Anejo 11. Considerando la incertidumbre que puede conllevar dicho procedimiento, pueden aceptarse aceros que presenten valores característicos de ϵ_{max} que sean inferiores en un 0,5% a los que recoge la tabla para estos casos.

⁽⁴⁾ En el caso de la utilización de aceros soldables inoxidables dúplex o austeníticos como medida especial de durabilidad, debido a su relación constitutiva de tensión-deformación específica, la relación se calcula utilizando el valor de f_y 7% en lugar de f_t .

Tabla 87: Tipos de acero soldable.

Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 34.2.4.

Las características mecánicas mínimas garantizadas por el suministrador serán conformes con las prescripciones de la tabla anterior. Además, las barras deberán tener aptitud al doblado simple, manifestada por la ausencia de grietas apreciables a simple vista al efectuar el ensayo según UNE-EN ISO 15630-1, empleando los mandriles de la siguiente tabla:

Doblado simple $\alpha = 180^\circ$	
$d \leq 16$	$d > 16$
3 d	6 d

Tabla 88: Diámetro de los mandriles.

Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 34.2.b.

donde:

d Diámetro nominal de barra, en mm.

α Ángulo de doblado.

Alternativamente al ensayo de aptitud al doblado simple, se podrá realizar el ensayo de doblado-desdoblado, según UNE-EN ISO 15630-1, para lo que deberán emplearse los mandriles especificados en la siguiente tabla:

Doblado-desdoblado $\alpha = 90^\circ \beta = 20^\circ$		
$d \leq 16$	$16 < d \leq 25$	$d > 25$
5 d	8 d	10 d

Tabla 89: Diámetro de los mandriles.

Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 34.2.c.

donde:

d Diámetro nominal de barra, en mm.

α Ángulo de doblado.

β Ángulo de desdoblado.

Los aceros soldables deberán cumplir los requisitos de la tabla siguiente en relación con el ensayo de fatiga según UNE-EN ISO 15630-1. Además, para los aceros soldables con características especiales de ductilidad (B 400 SD y B 500 SD), de obligado uso en obras con sollicitación sísmica, no se deberá producir la rotura, parcial o total, ni la aparición de grietas transversales apreciables a simple vista al efectuar el ensayo de carga cíclica (UNE 36065) conforme a los requisitos de la tabla correspondiente.

Característica	B 400 S B 400 SD	B 500 S B 500 SD
Número de ciclos que debe soportar la probeta sin romperse.	≥ 2 millones	
Tensión máxima, $\sigma_{\max} = 0,6 f_y$ nominal (N/mm ²).	240	300
Amplitud, $2\sigma_a = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$ (N/mm ²).	150	
Frecuencia, f (Hz).	$1 \leq f \leq 200$	
Longitud libre entre mordazas, (mm).	$\geq 14 d$ ≥ 140 mm (la mayor de ambas)	

Tabla 90: Especificación del ensayo de fatiga.

Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 34.2.d.

Diámetro nominal (mm)	Longitud libre entre mordazas	Deformaciones máximas de tracción y compresión (%)	Número de ciclos completos simétricos de histéresis	Frecuencia f (Hz)
$d \leq 16$	5 d	± 4	3	$1 \leq f \leq 3$
$16 < d \leq 25$	10 d	$\pm 2,5$		
$d \geq 25$	15 d	$\pm 1,5$		

Tabla 91: Especificación del ensayo de carga cíclica

Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 34.2.e.

Donde:

d Diámetro nominal de barra, en mm.

Las características de adherencia de las barras de acero podrán comprobarse, sobre barra recta o barra enderezada procedente de rollo, mediante el método general (ensayo de la viga) del Anejo C de la norma UNE-EN 10080 o el de la norma UNE 36740 o, alternativamente, mediante la geometría de corrugas o grafilas conforme a lo establecido en la norma UNE-EN ISO 15630-1. En el caso de que la comprobación se efectúe mediante el ensayo de la viga, deberán cumplirse simultáneamente las siguientes condiciones:

– Diámetros inferiores a 8 mm:

$$\tau_{bm} \geq 6,88$$

$$\tau_{bu} \geq 11,22$$

– Diámetros de 8 mm a 32 mm, ambos inclusive:

$$\tau_{bm} \geq 7,84 - 0,12 \phi$$

$$\tau_{bu} \geq 12,74 - 0,19 \phi$$

– Diámetros superiores a 32 mm:

$$\tau_{bm} \geq 4,00$$

$$\tau_{bu} \geq 6,66$$

donde τ_{bm} y τ_{bu} se expresan en N/mm² y ϕ en mm.

En el caso de comprobarse las características de adherencia mediante el ensayo de la viga, los aceros serán objeto de un certificado de características. Los ensayos de la viga para esta certificación deben ser efectuados por un laboratorio oficial o acreditado conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 para el referido ensayo. En el certificado de ensayos, que debe ser emitido por el laboratorio que ha realizado los ensayos, se consignarán obligatoriamente, las características geométricas, determinadas por el laboratorio para todos los diámetros de cada serie a partir de los resultados de los ensayos, de los aceros para los que se certifica el cumplimiento de los requisitos de adherencia establecidos en este apartado. El certificado de adherencia debe incluir la información indicada en el Anejo 4, apartado 1.1.7 del CTE.

Alternativamente, en el caso de comprobarse la adherencia mediante la geometría de corrugas o grafilas, el área proyectada de las corrugas (f_R) o, en su caso, de las grafilas (f_P) determinadas según UNE-EN ISO 15630-1, deberá cumplir las condiciones de la siguiente tabla:

d (mm)	≤ 6	8-12	>12
f_R o f_P (mm)	≥ 0,035	≥ 0,040	≥ 0,056

Nota: No es preciso el cumplimiento de los valores de esta tabla, cuando el ensayo de la viga garantice las tensiones de adherencia.

Tabla 92: Área proyectada de cprugas o de grafilas.
Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 34.2.f.

La composición química, en porcentaje en masa, del acero deberá cumplir los límites establecidos en la tabla siguiente, por razones de soldabilidad y durabilidad.

Análisis	C ⁽¹⁾	S	P	N ⁽²⁾	Cu	C _{eq} ⁽¹⁾
Sobre colada	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Sobre producto	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52

⁽¹⁾ Se admite elevar el valor límite de C en 0,03%, si C_{eq} se reduce en 0,02%.

⁽²⁾ Se admiten porcentajes mayores de N si existe una cantidad suficiente de elementos fijadores de N.

Tabla 93: Composición química (porcentajes máximos, en masa).
Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 34.2.g.

En la anterior tabla, el valor de carbono equivalente, C_{eq}, se calculará mediante:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

donde los símbolos de los elementos químicos indican su contenido, en tanto por ciento en masa.

Armaduras pasivas:

Se entiende por armadura pasiva el resultado de montar, en el correspondiente molde o encofrado, el conjunto de armaduras normalizadas, ferrallas elaboradas o ferrallas armadas que, convenientemente solapadas y con los recubrimientos adecuados, tienen una función estructural.

Las características mecánicas, químicas y de adherencia de las armaduras pasivas serán las de las armaduras normalizadas o, en su caso, las de la ferralla armada que las componen. Los diámetros nominales y geometrías de las armaduras serán las definidas en el correspondiente proyecto.

Se definen los tipos de armaduras de acuerdo con las especificaciones incluidas en la siguiente tabla:

Tipo de armadura	Armadura con acero de baja ductilidad	Armadura con acero soldable de ductilidad normal		Armadura con acero soldable y características especiales de ductilidad	
Designación.	AP 500 T	AP 400 S	AP 500 S	AP 400 SD	AP 500 SD
Alargamiento total bajo carga máxima, ϵ_{max} (%)(**).	-	$\geq 5,0$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$	$\geq 7,5$
Tipo de acero.	-	B 400 S B 400 SD (*)	B 500 S B 500 SD (*)	B 400 SD	B 500 SD
Tipo de malla electrosoldada, en su caso, según 35.2.1.	ME 500 T	ME 400 S ME 400 SD	ME 500 S ME 400 SD	ME 400 SD	ME 500 SD
Tipo de armadura básica electrosoldada en celosía, en su caso, según 35.2.2.	AB 500 T	AB 400 S AB 400 SD	AB 500 S AB 500 SD	AB 400 SD	AB 500 SD

(*) En el caso de ferralla armada AP 400 SD o AP 500 SD elaborada a partir de acero soldable con características especiales de ductilidad, el margen de transformación del acero producido en la instalación de ferralla, conforme al apartado 49.3.2, se referirá a las especificaciones establecidas para dicho acero en la Tabla 34.2.a.

(**) Considerando lo expuesto en 34.2 para aceros suministrados en rollo, pueden aceptarse valores de ϵ_{max} que sean inferiores en un 0,5%.

Tabla 94: Tipos de aceros y armaduras normalizadas a emplear para las armaduras pasivas.

Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 34.2.g.

En el caso de estructuras sometidas a acciones sísmicas, de acuerdo con lo establecido en la reglamentación sismorresistente en vigor, se deberán emplear armaduras pasivas fabricadas a partir de acero corrugado soldable con características especiales de ductilidad (SD), según UNE 36065 y UNE 36060.

Armaduras normalizadas:

Se entiende por armaduras normalizadas las mallas electrosoldadas o las armaduras básicas electrosoldadas en celosía, conformes con la UNE-EN 10080 y que cumplen las especificaciones de los apartados 35.2.1 y 35.2.2 del CTE, respectivamente.

Mallas electrosoldadas:

Se entiende por malla electrosoldada la armadura formada por la disposición de barras o alambres de acero, longitudinales y transversales, de diámetro nominal igual o diferente, que se cruzan entre sí perpendicularmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica, realizada en un proceso de producción en serie en instalación industrial ajena a la obra, que sea conforme con lo establecido en UNE-EN 10080.

Se entiende por mallas estándar las mallas electrosoldadas fabricadas conforme a las geometrías definidas en las normas UNE 36060, UNE 36061 y UNE 36092, y recogidas en las tablas 35.2.1.b, 35.2.1.c y 35.2.1.d del CTE.

Se entiende por mallas especiales las mallas electrosoldadas, distintas a las incluidas en las anteriores tablas, fabricadas conforme a los requisitos especificados por el usuario.

Las mallas electrosoldadas serán fabricadas, exclusivamente, a partir de barras o alambres de acero (ambos corrugados o grafilados), que no se mezclarán entre sí y deberán cumplir las exigencias establecidas para los mismos en el artículo 34 del CTE.

La designación de las mallas electrosoldadas se realizará de la siguiente forma, conforme con lo indicado en el apartado 5.2 de la UNE-EN 10080:

En el caso de las MALLAS ESTÁNDAR:

a) Designación de la forma del producto (ME).

b) Dimensiones nominales del producto:

b.1) Separaciones, expresadas en milímetros y separadas por el signo x, de los elementos longitudinales y transversales,

b.2) Diámetros de las armaduras longitudinal y transversal, expresados en milímetros, precedido por el símbolo Ø y separados por un guion,

b.3) Las longitudes de los elementos longitudinales y transversales, respectivamente, expresadas en milímetros y unidas por el signo x,

b.4) Los sobrelargos indicando los salientes en ambos extremos en sentido longitudinal u1 /u2 y transversal u3 /u4 y, en su caso, longitud de la zona de ahorro PA (zona de la malla en la que se modifica su estructura para no duplicar la sección resistente una vez efectuado el solapo de paneles en obra), separados por un guion y expresados en milímetros.

c) La designación del tipo de acero.

d) Referencia a la norma europea UNE-EN 10080.

En el caso de las MALLAS ESPECIALES, deben describirse utilizando las indicaciones siguientes y mediante un plano totalmente dimensionado que incluya todo lo indicado en el apartado b):

a) Designación de la forma del producto (ME ESPECIAL).

b) Dimensiones nominales del producto, solo en el caso de mallas especiales cuyos elementos longitudinales sean del mismo diámetro y longitud y cuya separación sea igual, y lo mismo ocurra con los elementos transversales (ver ejemplo).

b.1) Separaciones, expresadas en milímetros y separadas por el signo x, de los elementos longitudinales y transversales,

b.2) Diámetros de las armaduras longitudinal y transversal, expresados en milímetros, precedido por el símbolo Ø y separados por un guion,

b.3) Las longitudes de los elementos longitudinales y transversales, respectivamente, expresadas en milímetros y unidas por el signo x,

b.4) Los sobrelargos indicando los salientes en ambos extremos en sentido longitudinal u_1/u_2 y transversal u_3/u_4 y, en su caso, longitud de la zona de ahorro PA (zona de la malla en la que se modifica su estructura para no duplicar la sección resistente una vez efectuado el solapo de paneles en obra), separados por un guion y expresados en milímetros. En el caso de mallas especiales con diseño complejo, no será necesario incluir estas dimensiones nominales del producto en la designación, ya que quedarán totalmente definidas en el plano dimensionado.

c) La designación del tipo de acero.

d) Referencia a la norma europea UNE-EN 10080.

e) Referencia de usuario: la referencia de usuario incluirá el proyecto u obra al que va destinado y el número o referencia del plano dimensionado de la malla firmado por el solicitante.

A los efectos del CTE, se definen los tipos de mallas electrosoldadas incluidos en la tabla 35.2.1.a, en función del acero con el que están fabricadas.

Tipos de mallas electrosoldadas	ME 500 SD	ME 400 SD	ME 500 S	ME 400 S	ME 500 T
Tipo de acero	B 500 SD, según 34.2	B 400 SD, según 34.2	B 500 S, según 34.2	B 400 S, según 34.2	B 500 T, según 34.2

Tabla 95: Tipos de mallas electrosoldadas.

Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 35.2.1.a.

La composición geométrica de las mallas estándar debe ser la siguiente:

- Para los tipos de mallas ME400SD y ME500SD la especificada en la tabla 35.2.1.b.
- Para los tipos de mallas ME400S y ME500S la especificada en la tabla 35.2.1.c.
- Para los tipos de mallas ME500T la especificada en la tabla 35.2.1.d.

Separación entre barras (mm)		Diámetro (mm)		*Secciones (cm ² /m)		N.º barras		u_1 (mm)	u_2 (mm)	u_3 (mm)	u_4 (mm)	Masa nominal del panel	
P_L	P_c	d_L	d_c	A_L	A_c	N_L	N_c					Kg/panel	Kg/m ²
150	150	6,0	6,0	1,89	1,89	12	38	300	150	400	150	34,54	2,617
200	200	6,0	6,0	1,42	1,42	9	28	400	200	400	200	25,66	1,944
150	150	8,0	8,0	3,35	3,35	12	37	450	150	400	150	60,59	4,590
200	200	8,0	8,0	2,52	2,52	9	28	400	200	400	200	45,66	3,459
150	150	10,0	10,0	5,23	5,23	11	36	600	150	550	150	89,59	6,787
200	200	10,0	10,0	3,93	3,93	8	27	600	200	600	200	66,27	5,020
150	150	12,0	12,0	7,53	7,53	10	36	600	150	700	150	123,61	9,364
200	200	12,0	12,0	5,65	5,65	8	27	600	200	600	200	95,37	7,225
200	200	16,0	16,0	10,05	10,05	7	26	800	200	800	200	156,74	11,874

* Secciones teóricas por metro lineal correspondientes a la separación nominal entre barras (P_L ; P_c).

Nota: 1 Medidas estándar de los paneles 6000 mm x 2200 mm.

Tabla 96: Mallas estándar ME400SD y ME500SD.

Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 35.2.1.b.

Separación entre barras (mm)		Diámetro (mm)		*Secciones (cm ² /m)		N.º barras		u ₁ (mm)	u ₂ (mm)	u ₃ (mm)	u ₄ (mm)	P _A (mm)	Masa nominal del panel	
P _L	P _C	d _L	d _C	A _L	A _C	N _L	N _C						Kg/panel	Kg/m ²
150	150	6,0	6,0	1,89	1,89	12	40	75	75	125	125	300	35,52	2,691
200	200	6,0	6,0	1,42	1,42	9	30	100	100	100	100	400	26,64	2,018
150	150	8,0	8,0	3,35	3,35	11	40	75	75	200	200	300	60,83	4,608
200	200	8,0	8,0	2,52	2,52	8	30	100	100	200	200	400	45,03	3,411
150	150	10,0	10,0	5,23	5,23	11	40	75	75	200	200	300	95,02	7,198
200	200	10,0	10,0	3,93	3,93	8	30	100	100	200	200	400	70,34	5,329
150	150	12,0	12,0	7,53	7,53	9	40	75	75	350	350	300	126,10	9,553
200	200	12,0	12,0	5,65	5,65	7	30	100	100	300	300	400	95,90	7,265
200	200	16,0	16,0	10,05	10,05	7	30	100	100	300	300	400	170,64	12,927

* Secciones teóricas por metro lineal correspondientes a la separación nominal entre barras (P_L; P_C).
Nota: 1 Medidas estándar de los paneles 6000 mm x 2200 mm.

Tabla 97: Mallas estándar ME400S y ME500S.
Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 35.2.1.b.

Separación entre barras (mm)		Diámetro (mm)		*Secciones (cm ² /m)		N.º barras		u ₁ (mm)	u ₂ (mm)	u ₃ (mm)	u ₄ (mm)	P _A (mm)	Masa nominal del panel	
P _L	P _C	d _L	d _C	A _L	A _C	N _L	N _C						Kg/panel	Kg/m ²
150	150	5,0	5,0	1,31	1,31	12	40	75	75	125	125	300	24,64	1,867
200	200	5,0	5,0	0,98	0,98	9	30	100	100	100	100	400	18,48	1,400
150	150	6,0	6,0	1,89	1,89	12	40	75	75	125	125	300	35,52	2,691
200	200	6,0	6,0	1,42	1,42	9	30	100	100	100	100	400	26,64	2,018
150	150	8,0	8,0	3,35	3,35	11	40	75	75	200	200	300	60,83	4,608
200	200	8,0	8,0	2,52	2,52	8	30	100	100	200	200	400	45,03	3,411
150	150	10,0	10,0	5,23	5,23	11	40	75	75	200	200	300	95,02	7,198
200	200	10,0	10,0	3,93	3,93	8	30	100	100	200	200	400	70,34	5,329
150	150	12,0	12,0	7,53	7,53	9	40	75	75	350	350	300	126,10	9,553
200	200	12,0	12,0	5,65	5,65	7	30	100	100	300	300	400	95,90	7,265
200	200	16,0	16,0	10,05	10,05	7	30	100	100	300	300	400	170,64	12,927
200	300	5,0	5,0	0,98	0,65	9	20	150	150	100	100	400	15,09	1,143
150	300	5,0	5,0	1,31	0,65	12	20	150	150	125	125	300	17,86	1,353
150	300	6,0	6,0	1,89	0,94	12	20	150	150	125	125	300	25,75	1,951
150	300	8,0	8,0	3,35	1,68	11	20	150	150	200	200	300	43,45	3,292

* Secciones teóricas por metro lineal correspondientes a la separación nominal entre barras (P_L; P_C).
Nota: 1 Medidas estándar de los paneles 6000 mm x 2200 mm.

Tabla 98: Mallas estándar ME400S y ME500T
Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 35.2.1.c.

La nomenclatura empleada en las tablas es la siguiente:

AL Sección de acero longitudinal por metro lineal.

AC Sección de acero transversal por metro lineal.

dC Diámetro de los elementos transversales.

dL Diámetro de los elementos longitudinales.

NC Número de elementos transversales.

NL Número de elementos longitudinales.

PC Separación entre elementos transversales.

PL Separación entre elementos longitudinales.

PA Zona de ahorro, consiste en la ausencia del elemento longitudinal adyacente al de borde en ambos bordes longitudinales del panel.

u1 , u2 Sobrelargo de los elementos longitudinales.

u3 , u4 Sobrelargo de los elementos transversales.

La composición geométrica de las mallas especiales debe ser acordada entre fabricante y cliente. El número de elementos del panel debe ser el correspondiente a los valores nominales indicados en un plano totalmente dimensionado y deben identificarse mediante las referencias del usuario.

Las tolerancias dimensionales serán conformes con las establecidas en el apartado 7.3.5.2 de la norma UNE-EN 10080. Las tolerancias en la separación de elementos no pueden en ningún caso provocar la disminución del número de elementos indicados en las tablas 35.2.1.a, 35.2.1.b y 35.2.1.c para las mallas estándar, o en los planos para las mallas especiales.

El valor nominal de la masa de los paneles está calculado con los valores de masa, de los elementos constituyentes, establecidos en la tabla 6 de la norma UNE-EN 10080.

El valor absoluto de la desviación de la masa, con relación al valor nominal de masa, no debe ser superior al 4,5%. Para los elementos constituyentes, el valor absoluto de la desviación de la masa por metro, con relación al valor nominal de masa por metro, no debe ser superior al 4,5 %.

En función del tipo de malla electrosoldada, sus elementos deberán cumplir las especificaciones que les sean de aplicación, de acuerdo con lo especificado en UNE-EN 10080 y en los correspondientes apartados del artículo 34. Además, las mallas electrosoldadas deberán cumplir que la carga de despegue (F_s) de las uniones soldadas,

$$F_{s \min} = 0,25 \cdot f_y \cdot A_n$$

donde f es el valor del límite elástico especificado y A_n es la sección transversal nominal del mayor de los elementos de la unión o de uno de los elementos pareados, según se trate de mallas electrosoldadas simples o dobles, respectivamente.

Las mallas electrosoldadas con características especiales de ductilidad (B400SD y B500SD) deberán cumplir los requisitos de la tabla 35.2.1.e en relación con el ensayo de fatiga según UNE-EN ISO 15630-2, así como los de la tabla 35.2.1.f, relativos al ensayo de carga cíclica.

El ensayo de carga cíclica consiste en someter a una probeta a tres ciclos completos de histéresis, simétricos y comprobar tras el mismo si se ha producido algún tipo de daño: rotura parcial o total, o bien la aparición de grietas transversales apreciables a simple vista.

Característica	B400SD	B500SD
Número de ciclos que debe soportar la probeta sin romperse.	≥ 2 millones	
Tensión máxima, $\sigma_{max} = 0,6 f_y$ nominal (N/mm ²).	240	300
Amplitud, $2\sigma_a = \sigma_{max} - \sigma_{min}$ (N/mm ²).	100	
Frecuencia, f (Hz).	1 ≤ f ≤ 200	
Longitud libre entre mordazas, (mm).	≥ 14 d ≥ 140 mm (la mayor de ambas)	

Tabla 99: Especificación del ensayo de fatiga.
Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 35.2.1.e.

Diámetro nominal (mm)	Longitud libre entre mordazas	Deformaciones máximas de tracción y compresión (%)	Número de ciclos completos simétricos de histéresis	Frecuencia f (Hz)
d ≤ 16	5 d	± 4	3	1 ≤ f ≤ 3
d = 20	10 d	± 2,5		
d ≥ 25	15 d	± 1,5		

Tabla 100: Especificación del ensayo de carga cíclica.
Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 35.2.1.e.

Donde: d Diámetro nominal de barra, en mm.

Morteros para juntas húmedas entre elementos prefabricados de hormigón, con función estructural:

Los tipos de mortero para juntas húmedas estructurales entre elementos prefabricados de hormigón pueden ser:

– De base cemento: Mortero monocomponente a base de cemento, con posibles adiciones (humo de sílice, resinas sintéticas, partículas metálicas, etc.). Son los de uso más frecuente. Se obtienen por amasado de mortero seco (con o sin árido fino, suministrado normalmente en sacos) con una cierta cantidad de agua, cuantificada por el fabricante del mortero.

– De base mixta: Mortero de 1 o 2 componentes, a base de cemento y resinas. En el caso de mortero monocomponente debe amasarse el producto con agua para su utilización. En el caso de mortero bicomponente deben mezclarse ambos componentes sin adición de agua.

– De base orgánica: Mortero de dos o tres componentes a base de resinas epoxi, fundamentalmente. Aparte de su utilización en anclajes de todo tipo y su posible aplicación como capa fina entre elementos conjugados, se suelen utilizar en juntas húmedas de extensión reducida o en puntos localizados de la junta con una misión específica.

Con todos los tipos, para su elaboración y aplicación, se deben seguir las instrucciones del fabricante del mortero.

Dependiendo de la función estructural que deba desarrollar la junta, el mortero de relleno deberá poseer unas propiedades determinadas:

- Resistencia a compresión.
- Resistencia a flexotracción.
- Ausencia de retracción.

– Homogeneidad y ausencia de grumos. La operación de amasado se prolongará hasta conseguir dicha homogeneidad. Dependiendo de la composición del mortero, la duración del amasado suele estar entre 2 y 5 minutos.

– Presencia limitada de burbujas. En juntas horizontales, o de pequeña inclinación, es importante que, tras su colocación rellenando la junta, el mortero no desprenda burbujas de aire (aire ocluido o aire incorporado en el amasado) que se acumulen en la superficie superior de la junta, entre el mortero y el elemento prefabricado superior. La superficie ocupada por estas burbujas impide el contacto mortero-prefabricado, pudiendo llegar a anular la transmisión del esfuerzo de compresión y rasante a través del mortero de la junta. Dependiendo de la importancia de estos esfuerzos se puede admitir un cierto porcentaje de la superficie ocupada por las burbujas.

– Fluidez, en su caso, que garantice el llenado completo de la junta. Debe tenerse en cuenta la geometría de la junta, su espesor, temperatura, relación agua/mortero seco, proceso de llenado, etc.

3.70.2. Control de calidad

Elementos prefabricados:

En el caso de elementos prefabricados que dispongan del marcado CE, la Empresa encargada de las obras comprobará que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

La Dirección de Obra velará especialmente porque se mantengan los criterios suficientes para garantizar la trazabilidad entre los elementos colocados con carácter permanente en la obra y los materiales y productos empleados. A los efectos de su control, la prefabricación de elementos estructurales de hormigón incluye, al menos, los siguientes procesos:

- Elaboración de las armaduras.
- Armado de la ferralla.
- Montaje de la armadura pasiva.
- Operaciones de pretensado, en su caso.
- Fabricación del hormigón.
- Vertido, compactación y curado del hormigón.

Para los productos que no dispongan de marcado CE, el control de recepción de los elementos prefabricados podrá incluir comprobaciones tanto sobre los procesos de prefabricación, como sobre los productos empleados (hormigón, armaduras y acero de pretensado), así como sobre la geometría final del elemento. Además, los criterios deberán aplicarse tanto a los elementos normalizados, como aquéllos que sean prefabricados específicamente para una obra, de acuerdo con un proyecto concreto.

El fabricante deberá incluir en su sistema de control de producción un sistema para el seguimiento de cada uno de los procesos aplicados durante su actividad, y definirá unos criterios de comprobación que permitan verificar a la Dirección de Obra que los citados procesos se desarrollan según lo establecido en el Código Técnico Estructural. Para ello, reflejará en los correspondientes registros de autocontrol los

resultados de todas las comprobaciones realizadas para cada una de las actividades que le sean de aplicación, de entre las contempladas por dicho Código. La Dirección de Obra podrá requerir del fabricante, las evidencias documentales sobre cualquiera de los procesos relacionados con la prefabricación que se contemplan en dicho Código y, en particular, la información que demuestre la existencia de un control de producción, que incluya todas las características especificadas en el Código y cuyos resultados deberán estar registrados en documentos de autocontrol. Además, podrá efectuar, cuando proceda, las oportunas inspecciones en las propias instalaciones de prefabricación y, en su caso, la toma de muestras para su posterior ensayo.

En el caso general de elementos prefabricados elaborados con hormigón conforme a la norma EN 206, norma de referencia para los productos con marcado CE obligatorio (de acuerdo a la versión establecida en la norma de producto correspondiente), se empleará en el proyecto del elemento prefabricado unos coeficientes de ponderación, en situación persistente o transitoria, de 1,70 para el hormigón y de 1,15 para el acero. No obstante, el fabricante podrá aplicar un coeficiente parcial de seguridad de 1,50 para el hormigón, si dispone de un certificado del control de producción en fábrica, concedido por una entidad de certificación según el apartado 17.2.2.2 del Código Técnico Estructural, en cualquier caso acreditados conforme a los apartados de dicho Código que le sean de aplicación y a la norma UNE-EN ISO/IEC 17065 según el Reglamento (CE) N.º 765/2008, del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de julio, que demuestre que el hormigón se fabrica de conformidad con los criterios establecidos en el Código. Dichos coeficientes podrán disminuirse hasta 1,35 en el caso del hormigón y 1,10 en el caso del acero, si el elemento prefabricado está en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido y se cumplen el resto de condiciones indicadas en el Anejo 19 del Código Técnico Estructural.

Toma de muestras:

En el caso de que así lo decidiera la Dirección de Obra, por si misma, a través de una entidad de control o un laboratorio de control, efectuará la toma de muestras sobre los acopios destinados a la obra. Podrán estar presentes durante la toma los representantes de la Dirección de Obra, de la Empresa encargada de las obras y del suministrador de los elementos prefabricados. En el caso de elementos normalizados, la toma de muestras se efectuará sobre materiales, productos y elementos como los de las partidas suministradas a la obra. Solo si la Dirección de Obra lo autoriza se podrá efectuar la toma de muestras en la propia obra.

La entidad o el laboratorio de control de calidad velarán por la representatividad de la muestra, no aceptando en ningún caso, que se tome sobre materiales o armaduras que no se correspondan a lo indicado en el proyecto, ni sobre elementos específicamente destinados a la realización de ensayos salvo que sean fabricados en su presencia y bajo su directo control. Una vez extraídas las muestras, se actuará de la misma forma que se indica al efecto en los Artículos 57, 59 y 61 del Código Técnico Estructural, para el hormigón y las armaduras.

La entidad o el laboratorio de control de calidad redactarán un acta para cada toma de muestras, que deberá ser suscrita por todas las partes presentes, quedándose con una copia de la misma. Su

redacción obedecerá a un modelo de acta, aprobado por la Dirección de Obra al comienzo de la obra y cuyo contenido mínimo se recoge en el Anejo 4 del Código.

Se podrán tomar muestras de control, preventivas y de contraste. Las muestras de contraste se tomarán en los casos en que el representante del suministrador del elemento prefabricado o de la Empresa encargada, en su caso, así lo requiera.

El tamaño de las muestras deberá ser suficiente para la realización de la totalidad de las comprobaciones y ensayos contemplados en el Código. Todas las muestras se enviarán para su ensayo al laboratorio de control tras ser correctamente precintadas e identificadas.

Comprobación de la conformidad de los procesos de prefabricación:

La comprobación de la conformidad, por parte de la Dirección de Obra o el agente en el que delegue, de los procesos de prefabricación incluirá, al menos, la elaboración de la armadura pasiva, su montaje en los moldes, la fabricación del hormigón, así como su vertido, compactación y curado y, en su caso, las operaciones de aplicación del pretensado. La comprobación de la conformidad de cada proceso se efectuará mediante la aplicación de los mismos procedimientos que se establecen en el articulado del Código Técnico Estructural para el caso general de ejecución de los elementos prefabricados en la propia obra.

Comprobación de los componentes del hormigón:

- Cementos:

El cemento a emplear para la fabricación de los elementos prefabricados poseerá el correspondiente Certificado de Calidad de Producto del cemento, en vigor emitido por Organismo Autorizado, conforme la norma UNE-EN 197-1:2011, así como cumplirán la Instrucción para la recepción de cementos vigente RC-16 y el marcado CE correspondiente.

- Áridos:

Los áridos a emplear para la fabricación de los elementos prefabricados poseerán el marcado CE y la declaración de prestaciones correspondiente.

- Aditivos:

Los aditivos deberán de poseer el correspondiente marcado CE y declaración de prestaciones.

- Agua:

En el caso de emplearse en la fabricación de los prefabricados agua potable de red, será suficiente con poseer la documentación justificativa correspondiente, en caso contrario serán necesarios los ensayos de laboratorio contemplados en el apartado 17.2.2.1 del Código Técnico Estructural, con una periodicidad de seis meses.

Comprobación del acero para armanduras activas:

En el caso de que el acero deba de disponer de marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. El

responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Mientras no esté vigente el marcado CE para los aceros soldables destinados a la elaboración de armaduras pasivas, deberán ser conformes con el artículo 34 del CE. La comprobación de su conformidad, de acuerdo con lo indicado en el artículo 56 del CE comprenderá:

- a) un control documental conforme al apartado 21.1 del CE,
- b) en su caso, un control mediante distintivos de calidad oficialmente reconocidos conformes con lo indicado en el artículo 18 del CE,
- c) en su caso, un control experimental, mediante la realización de ensayos (dicho control experimental no será preceptivo en el caso de que el acero presente un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18 del CTE).

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en el CTE, el plan de control podrá fijar los ensayos que considere pertinentes.

El control del acero para armaduras pasivas será efectuado por el responsable de la recepción del mismo en la instalación industrial (armadura normalizada o ferralla), de prefabricación o en la obra para el caso de que las armaduras se elaboren en la propia obra.

En los productos que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18 del CTE, para la realización de los ensayos, control experimental, se procederá a la división en lotes de la cantidad de acero suministrado. El tamaño máximo del lote será de 30 toneladas, procedentes del mismo fabricante de acero, marca comercial, tipo de acero, forma de suministro y serie de diámetros.

Las series de diámetros se clasifican como sigue a continuación:

- Serie fina: diámetros hasta 10 mm.
- Serie media: diámetros desde 12 mm hasta 20 mm.
- Serie gruesa: diámetros 25 mm y 32 mm.
- Serie muy gruesa: diámetros desde 40 mm.

De cada lote se tomará una muestra representativa formada por dos barras diferentes y sobre cada una de ellas se realizarán los siguientes ensayos de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 15630-1:

- Ensayo de tracción, con envejecimiento artificial de las probetas, para la determinación de R_m , $R_{p0,2}$, $R_m/R_{p0,2}$, $R_{p0,2real}/R_{p0,2nominal}$, A, Agt. El ensayo será satisfactorio cuando cumpla las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 34 de este Código.
- Ensayo de doblado-desdoblado o, alternativamente, el ensayo de doblado simple, con los mandriles especificados en el artículo 34 de este Código. El resultado se considerará satisfactorio si tras el ensayo no se detectan fisuras o grietas en el acero a simple vista.
- Determinación de la masa por metro (m/m). El ensayo será satisfactorio cuando cumpla las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 34 de este Código.
- Determinación de las características geométricas para las corrugas (altura, separación, inclinación, ángulo, índice de corrugas, perímetro sin corrugas y altura de aleta longitudinal) o para las grafilas

(profundidad, anchura, separación, suma de espacio y ángulo de inclinación con el eje longitudinal), según sea de aplicación. El ensayo será satisfactorio cuando cumpla las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 34 de este Código o del certificado específico de homologación de adherencia, en función de las longitudes de anclaje y solape empleadas en el proyecto.

Se aceptará el lote en el caso de no detectarse ningún incumplimiento de las especificaciones en los ensayos o comprobaciones citadas en este punto. En caso contrario, si únicamente se detectaran no conformidades sobre un único ensayo, se tomará una serie adicional de cinco probetas correspondientes al mismo lote, sobre las se realizará una nueva serie de ensayos o comprobaciones en relación con las propiedades sobre la que se haya detectado la no conformidad. En el caso de aparecer algún nuevo incumplimiento, se procederá a rechazar el lote. Adicionalmente, en el caso de suministros de acero superiores a 300 toneladas, se deberá determinar la composición química sobre uno de cada cuatro lotes, dejando constancia escrita de la agrupación de los lotes de cuatro en cuatro. Se llevarán a cabo un mínimo de cinco ensayos sobre el lote seleccionado, en coladas de acero diferentes. El resultado será conforme, para la agrupación de cuatro lotes, cuando se cumplan las especificaciones del artículo 34 de este Código y presente una variación respecto a los valores del certificado de inspección del fabricante del acero «tipo 3.1» según UNE-EN 10204 que sea conforme con los siguientes criterios:

– Para productos de acero conforme a la norma UNE-EN 10080:

$$\begin{aligned} \%C_{\text{ensayo}} &= \% C_{\text{certificado}} \pm 0,03 \\ \%C_{\text{eq ensayo}} &= \% C_{\text{eq certificado}} \pm 0,03 \\ \%P_{\text{ensayo}} &= \% P_{\text{certificado}} \pm 0,008 \\ \%S_{\text{ensayo}} &= \% S_{\text{certificado}} \pm 0,008 \\ \%N_{\text{ensayo}} &= \% N_{\text{certificado}} \pm 0,002 \\ \%Cu_{\text{ensayo}} &= \% Cu_{\text{certificado}} \pm 0,07 \end{aligned}$$

En el caso de aceros de característica SD, se verificará además el comportamiento frente a fatiga y cargas cíclicas como se indica a continuación:

– en el caso de estructuras sometidas a fatiga, el comportamiento de los productos de acero para hormigón armado frente a la fatiga podrá demostrarse mediante la presentación de un informe de ensayos, realizados conforme a la norma UNE-EN ISO 15630-1, que garantice el cumplimiento de las exigencias definidas en el artículo 34, con una antigüedad no superior a un año y realizado por un laboratorio de los recogidos en el apartado 17.2.2.1 de este Código.

– en el caso de estructuras situadas en zona sísmica, el comportamiento frente a cargas cíclicas con deformaciones alternativas podrá demostrarse, salvo indicación contraria de la dirección facultativa, mediante la presentación de un informe de ensayos, que garantice las exigencias al respecto del artículo 34, con una antigüedad no superior a un año y realizado por un laboratorio de los recogidos en el apartado 17.2.2.1 del CTE.

Control de las armaduras pasivas:

Este apartado es de aplicación tanto en el caso en el que se hayan suministrado desde una instalación industrial ajena a la obra, como en el caso de que se hayan preparado en las propias instalaciones de la misma.

En el caso de que la armadura deba disponer de marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Mientras no esté vigente el marcado CE para las armaduras normalizadas, deberán ser conformes con este Código (entre otros, las comprobaciones experimentales indicadas en este artículo), así como con la norma UNE-EN 10080. La comprobación de su conformidad, de acuerdo con lo indicado en el artículo 56 del CE comprenderá:

- a) un control documental conforme al apartado 21.1 del CE,
- b) en su caso, un control mediante distintivos de calidad oficialmente reconocidos conformes con lo indicado en el artículo 18,
- c) en su caso, un control experimental, mediante la realización de ensayos (dicho control experimental no será preceptivo en el caso de que la armadura normalizada presente un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el artículo 18 del CTE.

La dirección facultativa, por sí misma, a través de una entidad de control o un laboratorio de control, efectuará la toma de muestras sobre las armaduras normalizadas. Podrán estar presentes durante la misma, representantes del constructor y del suministrador de las armaduras. La entidad o el laboratorio de control de calidad velarán por la representatividad de la muestra. Una vez extraídas las muestras, el constructor procederá, en su caso, al reemplazamiento de las armaduras que hubieran sido alteradas durante la toma.

La entidad o el laboratorio de control de calidad redactarán un acta para cada toma de muestras, que deberá ser suscrita por todas las partes presentes, quedándose con una copia de la misma. Su redacción obedecerá a un modelo de acta, aprobado por la dirección facultativa al comienzo de la obra y cuyo contenido mínimo se recoge en el Anejo 4 del CTE.

Se podrán tomar muestras de control, preventivas y de contraste. Las muestras de contraste se tomarán en los casos en que el representante del suministrador de las armaduras o del constructor, en su caso, así lo requiera. El tamaño de las muestras deberá ser suficiente para la realización de la totalidad de las comprobaciones y ensayos contemplados en el CTE. Todas las muestras se enviarán para su ensayo al laboratorio de control tras ser correctamente precintadas e identificadas.

. Para mallas electrosoldadas, los ensayos se realizarán conforme a la norma de ensayo UNE-EN ISO 15630-2 y conforme a la norma UNE-EN ISO 15630-1 cuando se ensayen sus elementos constituyentes. Para armaduras básicas electrosoldadas en celosía, los ensayos se realizarán conforme al Anexo B de la norma UNE-EN 10080 y conforme a la norma UNE-EN ISO 15630-1 cuando se ensayen sus elementos constituyentes. Para ambas armaduras normalizadas, los ensayos de las propiedades mecánicas se realizarán con envejecimiento artificial de las probetas, según se indica en la norma UNE-EN 10080.

Ensayos para la comprobación de la conformidad de la geometría de los elementos prefabricados:

La geometría de los elementos prefabricados se comprobará mediante la determinación de sus características dimensionales, mediante cinta métrica con una apreciación no superior a 1,0 mm.

Comprobación de la conformidad del recubrimiento de la armadura:

La conformidad de los recubrimientos respecto a lo indicado en los planos y/o cálculos correspondientes, se comprobará en la propia instalación, revisando la disposición adecuada de los separadores.

Comprobación documental previa al suministro:

Para aquellos productos que estén sujetos al marcado CE en aplicación del Reglamento (UE) N.º 305/2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, la documentación que el fabricante o suministrador (distribuidor o importador) del producto debe entregar como justificación del correcto marcado CE es:

- a) Copia de la declaración de prestaciones, según lo establecido en el artículo 6 del Reglamento (UE) N.º 305/2011, de 9 de marzo de 2011. La declaración de prestaciones se puede aportar: por vía electrónica (e-mail o fax); a través de la página web del suministrador, siguiendo los criterios del Reglamento Delegado (UE) N.º 157/2014 de la Comisión Europea; y siempre en formato papel si así lo requiere el receptor del producto.
- b) El marcado o etiquetado CE del producto, que podrá entregarse: sobre el producto o embalaje; en una etiqueta adherida al producto o embalaje; o en la documentación de acompañamiento (por ejemplo, en el albarán).
- c) En el caso de que se considere necesario para garantizar la correcta instalación del producto se acompañará al mismo sus instrucciones e información de seguridad, como se indica en el artículo 11, punto 6, del Reglamento (UE) N.º 305/2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011.

Todos los documentos anteriormente indicados deberán facilitarse en idioma español.

El suministrador de los elementos prefabricados o la Empresa encargada deberá presentar a la Dirección de Obra una copia firmada por persona física con representación suficiente, de la siguiente documentación:

- a) en su caso, documento que acredite que los elementos prefabricados que serán objeto de suministro a la obra están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- b) en su caso, certificados de cualificación del personal que realiza la soldadura no resistente de las armaduras pasivas, que avale su formación específica para dicho procedimiento,
- c) en su caso, certificados de homologación de soldadores, según UNE-EN ISO 9606-1 y del proceso de soldadura, según UNE-EN ISO 15614-1, en caso de realizarse soldadura resistente de armaduras pasivas,
- d) en su caso, certificados de que el acero para armaduras pasivas, el acero para armaduras activas o la ferralla armada están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

Posible exención de comprobaciones previas:

En el caso de elementos prefabricados que dispongan de marcado CE, la Empresa encargada deberá decidir aquellas comprobaciones que considere necesarias.

En el caso de que los elementos prefabricados estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, la Dirección de Obra podrá eximir de las comprobaciones documentales a las que se refieren los puntos b) y c) del apartado de *Comprobación documental previa al suministro*.

Comprobación de la conformidad de los productos empleados:

La Dirección de Obra comprobará que el prefabricador o, en su caso, la Empresa encargada, ha controlado la conformidad de los productos directamente empleados para la prefabricación del elemento estructural y, en particular, la del hormigón, la de las armaduras elaboradas y la de los elementos de pretensado.

El control del hormigón se efectuará aplicando los criterios del artículo 57 del Código Técnico Estructural.

El control de las armaduras elaboradas se efectuará aplicando los criterios del artículo 59 del Código Técnico Estructural.

Para realizar las citadas comprobaciones, la dirección facultativa, podrá emplear cualquiera de los siguientes procedimientos:

- la revisión de los registros documentales en los que la persona responsable en la instalación de prefabricación debe reflejar los controles efectuados para la recepción, así como sus resultados,
- la comprobación de los procedimientos de recepción, mediante su inspección en la propia instalación industrial,
- en el caso de elementos prefabricados que no estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, mediante la realización de ensayos sobre muestras tomadas en la propia instalación de prefabricación, todo ello sin perjuicio de los ensayos cuya realización disponga la Dirección de Obra.

Comprobaciones experimentales durante el suministro:

El control experimental de los elementos prefabricados incluirá la comprobación de la conformidad de los productos empleados, la de los propios procesos de prefabricación y la de sus dimensiones geométricas.

Además, se comprobará que los elementos llevan un código o marca de identificación que, junto con la documentación de suministro, permite conocer el fabricante, el lote y la fecha de fabricación de forma que se pueda, en su caso, comprobar la trazabilidad de los productos empleados para la prefabricación de cada elemento.

Posible exención de las comprobaciones experimentales:

En el caso de elementos prefabricados que dispongan de marcado CE, la Empresa Encargada deberá realizar las comprobaciones que considere necesarias en base al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones indicadas por la Dirección de Obra.

Cuando aplique la comprobación experimental, en el caso de elementos prefabricados que estuvieran en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, la dirección facultativa podrá eximir de la realización de cualquier comprobación experimental de las referidas en los apartados *Comprobación experimental de los procesos de prefabricación* y *Comprobación experimental de la geometría de los elementos prefabricados*.

Lotes para la comprobación de la conformidad de los elementos prefabricados:

En el caso de elementos normalizados, se define como lote la cantidad de elementos de la misma tipología, que forma parte de la misma remesa y procedentes del mismo fabricante.

En el caso elementos prefabricados específicamente para la obra según un proyecto concreto, se define como lote la totalidad de los elementos de la misma remesa y procedentes del mismo fabricante.

Comprobación experimental de los procesos de prefabricación:

Esta comprobación se efectuará, al menos, una vez durante la obra y comprenderá tanto la revisión del control de producción del prefabricador como la realización de comprobaciones específicas sobre cada proceso, llevadas a cabo por una entidad de control de calidad.

En el caso de elementos normalizados, la Dirección de Obra podrá limitar esta comprobación a la revisión del control de producción, que deberá efectuarse sobre los registros de autocontrol correspondientes al período de tiempo durante el que se hayan fabricado los elementos suministrados a la obra.

Para los productos que no dispongan de marcado CE, ni distintivo de calidad oficialmente reconocido, la comprobación experimental de los procesos se efectuará de acuerdo con los siguientes criterios:

a) Proceso de elaboración de las armaduras pasivas: Se efectuarán comprobaciones de la conformidad de las armaduras con el proyecto, de acuerdo con los criterios establecidos en el artículo 59 del CTE.

b) Proceso de montaje de las armaduras pasivas: Antes de su colocación en el molde, se comprobará que la ferralla elaborada, una vez armada, se corresponde con lo indicado en el proyecto, tanto en lo relativo a sus dimensiones geométricas, secciones de acero y longitudes de solape. Una vez colocadas sobre el molde, se comprobará que han dispuesto separadores de acuerdo con lo indicado en el apartado 49.8.2 del CE que sus dimensiones permiten garantizar los correspondientes recubrimientos mínimos establecidos en el apartado 43.4.1 del CTE. Se efectuarán comprobaciones sobre una muestra de, al menos, cinco unidades de armadura y se aceptará la conformidad del proceso cuando en la totalidad de las muestras se obtengan diámetros de acero que se correspondan con lo establecido en el proyecto y, además, del resto de las comprobaciones se obtengan desviaciones respecto de los valores nominales menores que las tolerancias establecidas en el Anejo 14 del CE para la clase correspondiente al coeficiente parcial de seguridad empleado en el proyecto.

c) Proceso de aplicación del pretensado, si existe: El proceso de aplicación del pretensado se comprobará, al menos una vez, aplicando los criterios establecidos en el artículo 61. Se efectuarán las

correspondientes comprobaciones antes del tesado, antes del hormigonado y, en caso, antes de la inyección. Se aceptará la conformidad del proceso cuando no se advierta ninguna desviación respecto a los criterios establecidos en el artículo 61.

d) Procesos de fabricación del hormigón, vertido, compactación y curado: En el caso de que el hormigón sea fabricado por el prefabricador, sus procesos de fabricación deberán cumplir los mismos criterios técnicos que los exigidos para las centrales de hormigón por el CE salvo en los requisitos referentes al transporte. Además, su vertido, compactación y curado deberán ser conformes con los criterios establecidos, con carácter general, por el CE.

Para ello, se efectuará, al menos una vez durante la obra, una inspección para comprobar la conformidad con la que se desarrollan dichos procesos.

Comprobación experimental de la geometría de los elementos prefabricados:

En el caso de elementos prefabricados sin marcado CE ni distintivo de calidad oficialmente reconocido, para cada lote definido en el apartado 62.5.3.2 del CE, se seleccionará una muestra formada por un número suficientemente representativo de elementos, de acuerdo con la tabla siguiente, que preferiblemente sean pertenecientes a diferentes formas y tipologías. 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 14 del CE para la clase correspondiente al coeficiente parcial de seguridad empleado en el proyecto.

Tipo de elemento suministrado	Número mínimo elementos controlados en cada partida
Elementos tipo pilotes, viguetas, bloques...	10
Elementos tipo losas, paneles, pilares, jácenas...	3
Elementos de grandes dimensiones tipo artesas, cajones...	1

Tabla 101: Número mínimo de elementos prefabricados controlados por lote.
Fuente: Código Técnico Estructural. Tabla 62.5.3.4.

En el caso de que se produjera un incumplimiento se desechará el elemento sobre el que se ha obtenido el mismo y se procederá a una nueva toma de muestras que, si resultara positiva, permitirá la aceptación del lote. En caso contrario, la dirección facultativa requerirá del suministrador una justificación técnica de que la pieza cumple los requisitos exigibles, conforme a el CE de acuerdo con lo expuesto en el punto 4.h) del Anejo 14 del mismo.

Certificado del suministro:

Al finalizar el suministro de los elementos prefabricados, la Empresa encargada facilitará a la Dirección de Obra un certificado de los mismos, elaborado por el suministrador de los elementos prefabricados y firmado por persona física, cuyo contenido será conforme a lo establecido en el Anejo 4 del CE. En el caso de que un mismo suministrador de elementos prefabricados efectuara varios suministros durante el mismo mes, se podrá aceptar un único certificado que incluya la totalidad de los elementos suministrados durante el mes de referencia.

3.71. Ventanas metálicas

3.71.1. Calidad de los materiales

Diseño:

Conforme la norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.

Cerco, precerco, hojas y herrajes:

Aluminio.

Revestido:

Lacado exteriormente en color “Verde Navarra” (RAL 6005) con un espesor mínimo de 15 micras.

3.71.2. Control de calidad

Las ventanas deberán disponer del correspondiente marcado CE conforme la norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017 mediante el sistema 1/3/4, consistente en una Declaración de conformidad CE del fabricante.

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el presente pliego para las puertas y sus componentes.

Se comprobará el espesor del revestido de la totalidad de las ventanas, conforme lo especificado en el presente pliego para el espesor del revestido para piezas especiales metálicas.

Además, las ventanas cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como, revestido, aspecto, etc.

3.72. Vidrio para la estación de bombeo

3.72.1. Calidad de los materiales

El vidrio de la estación de bombeo cumplirá las siguientes especificaciones:

- Termoaislante tipo Climalit o similar.
- Formado por:
 - * Luna de 4 mm.
 - * Cámara de aire deshidratado de 6-8 mm.
- Perfil separador de aluminio.
- Doble sellado perimetral.
- Sellado en frío con silicona.

3.72.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el presente pliego para el vidrio.

3.73. Protección de ventanas

Todas las ventanas de la Estación de Bombeo tendrán que estar protegidas.

3.73.1. Calidad de los materiales

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.

3.73.2. Control de calidad

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el presente pliego para las protecciones de las ventanas y sus componentes.

Además, las protecciones de las ventanas cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como, revestido, aspecto, etc.

3.74. Puertas metálicas

3.74.1. Calidad de los materiales

Puertas:

Conforme la norma UNE-EN 13241:2004+A2:2017.

Cerco, bastidor, refuerzos y rejilla reforzada:

Perfiles de acero estructural al carbono-manganeso S-275-JR según la norma UNE-EN 10025-1:2006 y UNE-EN 10025-2:2020 y estará de acuerdo, en todo lo que le afecte, con lo prescrito en el Código Técnico de Edificación.

Los perfiles del bastidor y de los refuerzos serán rectangulares.

Panel sándwich:

- Espesor de la chapa superior e inferior 1,5 mm. (CROMONIQUEL en la última oferta es 1,2 mm)
- Núcleo de espuma rígida de poliuretano de densidad media 40 kg/m³.
- Espesor total del panel 40 mm.
- Resistencia al fuego tipo EI-90 o EI-120, conforme el Código Técnico de Edificación, según lo especificado en el cuadro de unidades y precios de la presente oferta.
- Conforme la norma UNE-EN 14509:2007.

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:

- Cerco, bastidor, refuerzos, rejillas y contrapesos: Galvanizado en caliente realizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010, siendo el espesor medio y el espesor mínimo el indicado en la siguiente tabla en función del espesor del material

Espesor de la pieza	Espesor local del recubrimiento (valor mínimo) ^a µm	Masa local del recubrimiento (valor mínimo) ^b g/m ²	Espesor medio del recubrimiento (valor mínimo) ^c µm	Masa media del recubrimiento (valor mínimo) ^b g/m ²
Acero > 6 mm	70	505	85	610
Acero > 3 mm hasta ≤ 6 mm	55	395	70	505
Acero ≥ 1,5 mm hasta ≤ 3 mm	45	325	55	395
Acero < 1,5 mm	35	250	45	325
Piezas moldeadas ≥ 6 mm	70	505	80	575
Piezas moldeadas < 6 mm	60	430	70	505
NOTA Esta tabla es de aplicación general; las normas particulares de producto pueden incluir requisitos diferentes y, en particular, categorías de espesores distintas. En esta tabla se incluyen los requisitos relativos a la masa local del recubrimiento y a la masa media del recubrimiento para servir de referencia en caso de litigio.				
^a Véase el apartado 3.8.				
^b Masa de recubrimiento equivalente utilizando una densidad nominal del recubrimiento de 7,2 g/cm ³ (véase el anexo D).				
^c Véase el apartado 3.9.				

Tabla 102: Espesor y masa mínimos del recubrimiento sobre muestras sin centrifugar.

Fuente: Tabla 3 de la norma UNE-EN ISO 1461:2010.

- 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 y componentes de herrajes: bicromatados.

3.74.2. Control de calidad

Las puertas deberán disponer del correspondiente marcado CE conforme la norma UNE-EN 13241:2004+A2:2017 mediante el sistema 3, consistente en una determinación del producto por un laboratorio de ensayo notificado.

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el presente pliego para las puertas y sus componentes.

Se comprobará el espesor del revestido de la totalidad de los paneles que conforman las puertas, conforme lo especificado en el presente pliego para el espesor del revestido para piezas especiales metálicas.

Además, las puertas cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales como, revestido, aspecto, etc.

3.75. Puente grúa

3.75.1. Calidad de los materiales

Diseño:

- Clasificación del puente grúa FEM M6, conforme la norma UNE 58112-1:1991.
- Motor de freno rotor en cortocircuito para utilizar en elevación servicio S3 SEGÚN DIN42681, clase F, IP55, 300 maniobras/hora y con protección térmica.
- Limitador de carga.
- Freno electromagnético de accionamiento instantáneo por cese de corriente a través de ferodo de disco.
- Reductor de elevación formado por engranajes helicoidales en constante baño de aceite. Coronas y piñones en acero de cementación.
- Protección contra sobre-corriente y bajo voltaje, con protección térmica del motor.
- Tambor de palastro de longitud suficiente para que en la posición más baja queden enrolladas como mínimo tres espiras de seguridad.
- Guía cable de acero de fundición.
- Aparejo y gancho de acero forjado suspendido de cruceta del mismo material, poleas de acero laminado con garganta profunda para el cable que gira sobre rodamientos.
- Final de carrera accionado por el guía cable, en elevación y en traslaciones.
- Equipo eléctrico en armario compacto, botonera por radio control y botonera colgante.
- Indicador acústico.
- Mecanismos de traslación formado por testers equipados motor reductor con engranajes helicoidales en constante baño de aceite, dos ruedas que giran sobre rodamientos.
- Variadores en las traslaciones (carro y puente).

- 50 m de instalación eléctrica perfil VAHLE KBHF 4/63 A o similar.
- Carga máxima: 8 t.
- Longitud: 20 m.

Puente grúa:

Poseerá Declaración de Conformidad CE conforme a la normativa vigente, tanto del propio puente como de la parte eléctrica.

3.75.2. Control de calidad

El fabricante aportará Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10204:2006 de cada elemento metálico que forma parte del puente grúa, garantizando la conformidad del material con la legislación vigente y lo especificado en el presente pliego.

El puente grúa y su parte eléctrica deberán disponer del correspondiente marcado CE conforme la norma correspondiente.

Además, el puente grúa cumplirá las especificaciones indicadas en los apartados del presente pliego que se le puedan ser de aplicación tales, revestido, soldaduras, aspecto, etc.

Como mínimo se realizarán sobre el puente grúa los ensayos indicados a continuación:

1. Reconocimiento de adecuación de un aparato de elevación

Consiste en verificar que es adecuado para los trabajos que el usuario prevé realizar, así como en relación a los riesgos a los que se expone a los trabajadores y que el funcionamiento previsto, es compatible con las condiciones de elevación del dispositivo definidas por el fabricante.

2. Reconocimiento de montaje e instalación de un aparato de elevación

Consiste en garantizar que está montado e instalado de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

3. Reconocimiento de adecuación de un accesorio de elevación.

Consiste en verificar:

- Que es apropiado para los diferentes aparatos de elevación en los que el usuario prevé utilizarlo y para los trabajos que debe efectuar, así como en relación a los riesgos a que se expone a los trabajadores.
- Que las operaciones previstas son compatibles con las condiciones de utilización del accesorio definidas en las instrucciones del fabricante.

4. Prueba estática de un accesorio de elevación

Consiste en someter al accesorio a la carga máxima de elevación sin moverla, multiplicada por el coeficiente de prueba estática, durante un tiempo determinado. Las condiciones de la prueba estática, la duración de la prueba y el coeficiente de ensayo, se definen en las instrucciones del fabricante o en la reglamentación aplicada para el diseño del accesorio (ver EN 13155).

Por defecto, el coeficiente de prueba es igual a 1,5 y la duración de la prueba es de un cuarto de hora.

5. Pruebas o ensayos de los aparatos de elevación

5.1. Condiciones de los ensayos:

- La tensión eléctrica de alimentación será la nominal del aparato, admitiéndose una tolerancia de $\pm 5\%$.

- Los caminos de rodadura deberán ajustarse en cuanto a tolerancias a las especificadas en la norma UNE 58128 (ver Anexo II de la Guía de verificaciones FEM-AEM), a fin de garantizar el buen funcionamiento de los mecanismos de traslación.

5.2. Tipos y métodos de ensayo.

5.2.1. Ensayos de conformidad

Los ensayos de conformidad a las especificaciones, deben efectuarse según las características de carga del aparato de elevación; se comprobarán los siguientes parámetros:

- altura de elevación de la carga
- cotas de aproximación del gancho
- velocidad de elevación de la carga
- velocidad de giro (en caso de llevarlo).
- velocidad de traslación del carro
- velocidad de traslación de la grúa.
- duración del ciclo (si fuera necesario)
- funcionamiento de los dispositivos limitadores
- pruebas del medio de accionamiento (por ejemplo: intensidades de corriente del motor en las condiciones de ensayo con carga.)
- verificación de los diferentes tipos de mando de la grúa (botonera, radio mando, cabina, etc.)

Procedimiento operativo:

Este ensayo se efectúa con la carga nominal, empleando de forma intensiva todos los movimientos de la grúa, elevando y descendiendo la carga y trasladando el carro y puente en ambas direcciones, durante una hora por lo menos. Se verifica el correcto funcionamiento de limitadores, frenos, topes u otros.

Se miden las velocidades de utilización de los diversos mecanismos una vez superado el periodo de aceleración, admitiéndose una tolerancia de $\pm 10\%$ con respecto a la nominal.

Se debe comprobar el calentamiento de los motores y frenos en un medio ambiente de temperatura no superior a 40°C. La elevación de temperatura sobre el ambiente no debe ser superior a 75°C para los aparatos provistos de aislamiento clase E y a 80°C para los de aislamiento clase B.

Se deben comprobar los consumos de los motores, que deben ser como máximo los valores establecidos en la placa de características.

5.2.2. Revisión visual.

Tiene como finalidad controlar la conformidad a las especificaciones y/o el estado de todos los elementos esenciales tales como:

- mecanismos, equipo eléctrico, dispositivos de seguridad, frenos, mandos, sistemas de iluminación y señalización.
- estructura de la grúa y sus uniones, escalas, medios de acceso, cabinas, plataformas.
- todas las protecciones.
- ganchos u otros medios de sujeción de la carga y sus montajes.
- cables y sus fijaciones.
- motones y aparejos, con sus ejes y sus medios de fijación y elementos de estiba de la pluma

El procedimiento de revisión debe garantizar que todos los certificados exigidos por el contrato han sido suministrados y verificados.

5.2.3. Ensayos de elevación de la carga según Norma UNE 58118:1984.

5.2.3.1. Ensayos estáticos.

- Se realizarán para demostrar la aptitud de la estructura de la grúa y de sus componentes.

El ensayo se considerara como satisfactorio si no aparecen grietas, deformaciones permanentes, cuarteado de la pintura, u otro daño que afecte al funcionamiento y a la seguridad de la grúa, así como que ningún acoplamiento aparezca aflojado o dañado.

- Los ensayos estáticos deben efectuarse considerando la carga nominal para la que se ha diseñado la estructura de la grúa, en posiciones y configuraciones que impongan las cargas máximas sobre los cables, los momentos de flexión máximos y/o fuerzas axiales máximas, tal como se aplican en la mayoría de los componentes de las grúas.

- La carga de ensayo debe ser de 1.25 P, a menos que se requiera un valor superior, definiéndose P (carga máxima de utilización) como sigue: Carga nominal del equipo, tal como esté especificada por el constructor. La carga nominal no comprende los accesorios de elevación, los cuales forman parte de la grúa en las condiciones normales de utilización.

Procedimiento operativo

Este ensayo se debe efectuar sin viento y se realiza suspendiendo una carga igual al 125% de la carga nominal, durante una hora. La carga de ensayo se debe elevar con la máxima precaución a una pequeña distancia del suelo del orden de unos 200 mm.

No se debe efectuar ningún otro movimiento y el carro debe estar situado en la posición más desfavorable. El freno del mecanismo de elevación debe asegurar la inmovilización de la carga durante el ensayo.

Una vez retirada la carga de ensayo se comprueba que no se han producido deformaciones o averías en la estructura o mecanismos, admitiéndose una flecha residual no superior a 1/2000 de la luz.

La verificación de las flechas o deformaciones producidas por la carga no se considera como un índice de la robustez de la estructura.

5.2.3.2. Ensayos dinámicos.

_Se efectuarán, principalmente, con vistas a verificar el funcionamiento de los mecanismos y de los frenos de la grúa.

El ensayo se considera como concluyente si los elementos concernidos se muestran capaces de cumplir sus funciones, y si una inspección visual posterior al ensayo no revela ningún daño de los mecanismos ni de los elementos estructurales y, también, si ningún acoplamiento aparece aflojado o dañado.

Para este ensayo, la grúa debe estar controlada según las reglas especificadas en el Manual de Servicio; las aceleraciones, las desaceleraciones y las velocidades deben estar limitadas a las que intervengan en el funcionamiento normal de la grúa.

_Los ensayos dinámicos deben efectuarse separadamente para cada movimiento de la grúa o, si las especificaciones de la grúa lo exigen, para los movimientos simultáneos del aparato en la posición y configuraciones tales que se imponga una carga máxima a los mecanismos. Los ensayos deben comprender arranques y paradas repetidas de cada movimiento en toda su carrera y deben efectuarse durante una hora al

menos, teniendo en cuenta el ciclo de maniobra. Los ensayos deben comprender un arranque estando la carga de ensayo suspendida a una cierta altura. En estas condiciones, no debe producirse retroceso alguno de la carga de ensayo.

La carga de ensayo debe ser 1.1 P, a menos que se requiera un valor superior.

Procedimiento operativo:

Este ensayo se efectúa con una carga igual al 110% de la carga nominal. La grúa debe efectuar todos los movimientos, con la mayor suavidad y prudencia con movimientos independientes de corta duración y se comprueba únicamente la resistencia de las partes estructurales y el buen funcionamiento de los mecanismos. No se verifican las velocidades ni el calentamiento de los motores en este ensayo.

5.2.4. Ensayo de estabilidad.

El ensayo de estabilidad debe permitir controlar la estabilidad de la grúa. El ensayo será considerado como satisfactorio si no se produce ningún basculamiento de la grúa cuando su gancho está cargado estáticamente.

Documentación a aportar:

El fabricante aportará la siguiente documentación del puente grúa:

- Ficha técnica de los puentes grúa indicando como mínimo las especificaciones indicadas a continuación:

- Nombre del fabricante del equipo.
 - Nº. de pedido.
 - Cliente.
 - Tipo de equipo
 - Nº de fabricación.
 - Fecha de fabricación.
 - Capacidad nominal de la máquina.
 - Tensión de servicio.
 - Tensión de mando.
 - Certificado del cable o cadena
 - Certificado del gancho
 - Tipo de carro o polipasto.
 - Altura de elevación.
 - Velocidades.
 - Tipo de motores con indicación de potencia, número de revoluciones, grado de intermitencia y protección.
 - Tipo de reductoras y relación de reducción.
- Certificados conforme con la norma UNE-EN 10204:2006, de los materiales metálicos empleados.
- Certificado de prueba del polipasto.
- Certificado del cable de acero.
- Certificado del gancho.
- Catálogo de piezas de repuesto.
- Libro historial del puente grúa.

3.76. Cerramiento y cubierta

3.76.1. Calidad de los materiales

Paneles de la cubierta y del cerramiento vertical:

Los paneles de la cubierta serán tipo sándwich y cumplirán las siguientes especificaciones:

- Espesor de la chapa superior e inferior 0,6 mm. Prelacadas exteriormente en color “verde navarra” 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 50 mm.
- Peso máximo 10,8 kg/m².
- Panel con nervio central de refuerzo.
- Resistencia al fuego tipo bs3d0 conforme el Código Técnico de Edificación (M-1 conforme la norma UNE 23727:1990).
- Conforme la norma UNE-EN 14509:2007.

Bajantes:

Las bajantes serán de PVC y cumplirán las siguientes especificaciones:

- Serie B.
- 125 mm de diámetro.
- Sistema de unión por enchufe con junta pegada, conforme UNE EN 1453-1.
- Resistencia al fuego B-s1, d0, conforme UNE-EN 13501-1:2019.

Lucernarios:

Los lucernarios serán de policarbonato celular en perfil comercial con espesor de 4 cm y conformes con la norma UNE-EN 14963:2007.

3.76.2. Control de calidad

Los materiales indicados a continuación deberán disponer del correspondiente marcado CE conforme la norma correspondiente sistema 2+/4 consistente en un certificado del control de producción en fábrica por un organismo de certificación del control de producción en fábrica notificado o declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados:

- Paneles de cubierta.
- Paneles de cerramiento vertical.
- Lucernarios.

Se comprobará al menos el espesor del revestido del 10% de los paneles de cubierta y de cerramiento vertical, conforme lo especificado en el presente pliego para el espesor del revestido para piezas especiales metálicas.

Una vez finalizada la ejecución de la cubierta se realizará una prueba “in situ” para garantizar su impermeabilidad, consistente en colocar un dispositivo de riego en la cumbrera simulando la lluvia, durante al menos 6 horas, comprobando de forma continua que no se aprecian atascos en los elementos del sistema

de evacuación de aguas y el tiempo de desagüe es acorde a lo esperado, así como que no se aprecia penetración de agua dentro de las 48 horas siguientes a la prueba.

3.77. Albañilería

3.77.1. Calidad de los materiales

Ladrillos:

Ladrillo perforado tosco de 24x11,5x10 cm de 1 pie de espesor, conforme la norma UNE-EN 771-1:2011+A1:2016.

Bloques de termoarcilla:

Bloques de termoarcilla de 30x19x14 cm de baja densidad, conforme la norma UNE-EN 771-1:2011+A1:2016.

Baldosas:

Gres porcelánico todo en masa en baldosas de 40x40 cm, conforme la norma UNE-EN 771-1:2011+A1:2016.

Rodapié:

Gres porcelánico de 8x40 cm, conforme la norma UNE-EN 771-1:2011+A1:2016.

Azulejos:

Azulejo porcelánico blanco de 43,5x43,5 cm., conforme la norma UNE-EN 14411:2016.

Mortero:

Mortero M5 fabricado “in situ” con cemento, arena y agua en relación 1/6.

- Cemento: conforme la norma UNE-EN 413-1:2011.
- Arena: limpia, sin restos de materia orgánica o terrosos.
- Aditivos (en el caso de que sean necesarios): conforme la norma UNE-EN 934-2:2010+A1:2012.

Adhesivo cementoso:

Conforme la norma UNE-EN 12004-1:2017.

Aislamiento térmico:

El aislamiento térmico será de paneles de poliestireno extruido con las siguientes características:

- Superficie lisa.
- Machihembrados de 50 mm de espesor.
- Resistencia a compresión = 200 kPa según UNE-EN 826:2013.
- Resistencia térmica 1,45 m²K/W.
- Conductividad térmica 0,034 W/(m.K), según UNE-EN 13162:2013+A1:2015.
- Reacción al fuego E según UNE-EN 13501-1:2019.
- Poliestireno extruido (XPS) según norma UNE-EN 13164:2013+A1:2015.

Aislamiento del falso techo:

El aislamiento térmico acústico será de lana mineral con las siguientes características:

- Rollos, de 45 mm de espesor.

- Resistencia térmica 1,25 m²K/W.
- Conductividad térmica 0,035 W/(m.K), según UNE-EN 13162:2013+A1:2015.
- Absorción acústica 0,75 según UNE-EN ISO 354:2004.
- Reacción al fuego A1 según UNE-EN 13501-1:2019.
- Lana mineral conforme la norma UNE-EN 13162:2013+A1:2015.

Aislamiento del forjado:

El aislamiento del forjado será mediante panel de poliestireno extrusionado con las siguientes características:

- Espesor de 4 cm.
- Mejora del ruido de 34 dB.
- Poliestireno extruido (XPS) conforme la norma UNE-EN 13164:2013+A1:2015.

Falso techo:

El falso techo será de escayola con las siguientes características:

- Registrable de 600x600 mm.
- Espesor de 14 mm.
- Aslante de lana de roca prensada.
- Alta resistencia a la humedad media (hasta 90% de HR).
- Reacción al fuego según euroclase Bs1d0.
- Absorción acústica media y EF=60 minutos.
- Placas conforme la norma UNE-EN 14246:2007.

Adhesivo para placas del falso techo:

Conforme con la norma UNE-EN 14496: 2017.

Juntas para placas del falso techo:

Conforme con la norma UNE-EN 13963:2014.

Perfilería metálica para falso techo:

Conforme con la norma UNE-EN 14195:2015.

Elementos de fijación metálicos para falso techo:

Conforme con la norma UNE-EN 14566+A1:2009.

3.77.2. Control de calidad

Los materiales indicados a continuación deberán disponer del correspondiente marcado CE conforme la norma correspondiente sistema 2+/4 consistente en un certificado del control de producción en fábrica por un organismo de certificación del control de producción en fábrica notificado o declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados:

- Ladrillos.
- Bloques de termoarcilla.
- Baldosas.
- Rodapié.

- Azulejos.
- Aditivos.
- Adhesivo cementoso.
- Aislamiento térmico.
- Aislamiento del falso techo.
- Aislamiento del forjado.
- Falso techo.
- Adhesivo para placas del falso techo.
- Juntas para placas del falso techo.
- Perfilería metálica para falso techo.
- Elementos de fijación metálicos para falso techo.

El cemento empleado en la fabricación del mortero poseerá Certificado de Calidad de Producto, conforme la norma UNE-EN 413-1:2011, en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el presente pliego para cada uno de los elementos que componen el presente apartado.

3.78. Climatización y ventilación

3.78.1. Calidad de los materiales

Ventilador:

- Centrífugo de simple aspiración.
- 230 V 1/10 cv 50 Hz.
- Carcasa de chapa de acero.
- Equilibrado mecánicamente.
- Motor IP 55, clase F.

Equipo de aire acondicionado:

- Sistema aire-aire split 1x1.
- Distribución por conducto rectangular, de alta presión, para gas R-410^a.
- Bomba de calor, con tecnología Hyper Inverter, gama semi-industrial (PAC).
- Alimentación a la unidad exterior monofásica (230V/50Hz).
- Potencia frigorífica nominal 19 kW. Temperatura de bulbo seco en el interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo en el interior 19°C, temperatura de bulbo seco en el exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo en el exterior 24°C).
- Potencia calorífica nominal 22.4kW. Temperatura de bulbo seco en el interior 20°C, temperatura de bulbo seco en el exterior 7°C),
- EER (calificación energética) 3,6 (clase A).
- COP (coeficiente energético) 3,86 (clase A).

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

- Unidad interior de 350x1370x650 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 37 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 4800/8100 m³/h, presión de aire (estándar) 60 Pa, presión de aire máxima 130 Pa, filtro en retorno con acceso inferior y lateral, control por cable modelo RC-E4.
- Unidad exterior, con compresor de tipo rotativo, DC PAM Inverter, de 1300x970x370 mm, nivel sonoro 48 dBA, con control de condensación y posibilidad de integración en un sistema domótico KNX/EIB a través de un interface (no incluido en este precio).

Línea frigorífica:

- Doble.
- Realizada con tubería flexible de cobre sin soldadura, formada por un tubo para líquido de 7/8" de diámetro y 0,8 mm de espesor con aislamiento de 9 mm de espesor y un tubo para gas de 7/8" de diámetro y 0,8 mm de espesor con aislamiento de 9 mm de espesor,
- Cobre: contenido de aceite residual inferior a 4 mg/m.
- Aislamiento: flexible de espuma elastomérica con revestimiento superficial de película de polietileno, para una temperatura de trabajo entre -45 y 100°C, suministrado en rollo.

Elementos galvanizados:

Galvanizados en caliente realizado conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010, siendo el espesor medio y el espesor mínimo el indicado en la tabla 3 de dicha norma.

- Manguitos de extracción.
- Tolvas de extracción.
- Conductos.
- Codos.

Rejillas de impulsión:

- Aluminio extruido pintado.
- Lamas horizontales regulables individualmente, de 500x250 mm.
- Parte posterior de chapa de acero pintada en color negro RAL 9005, formada por lamas verticales regulables individualmente.
- Mecanismo de regulación del caudal con lamas acopladas en oposición, accionables desde la parte frontal.

Rejillas de admisión:

- Aluminio extruido pintado.
- Lamas horizontales regulables individualmente, de 500x300 mm.
- Parte posterior de chapa de acero pintada en color negro RAL 9005, formada por lamas verticales regulables individualmente.
- Mecanismo de regulación del caudal con lamas acopladas en oposición, accionables desde la parte frontal.

Rejilla de intemperie:

- Marco frontal y lamas de perfiles de aluminio.
- Dimensiones de 800x800 mm.
- Tela metálica de acero galvanizado con malla de 20x20 mm.

Conducto:

- Autoportante.
- Rectangular.
- Formado por panel rígido de alta densidad de lana de vidrio Climaver A2 Neto "ISOVER", según UNE-EN 13162:2013+A1:2015, de 25 mm de espesor.
- Revestido por aluminio reforzado por el exterior y tejido NETO por el interior.
- Resistencia térmica 0,75 (m²K)/W.
- Conductividad térmica 0,032 W/(mK).

3.78.2. Control de calidad

Los materiales indicados a continuación deberán disponer de la correspondiente Declaración de conformidad CE del fabricante conforme la norma:

- Equipo de aire acondicionado.
- Tubería de cobre.
- Conductos de aire.
- Aislamientos.

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el presente pliego para cada uno de los elementos que componen el presente apartado.

La empresa instaladora del sistema de climatización y ventilación estará inscrita en el Registro de empresas autorizadas por el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde radique su sede social.

Para poder dar de alta la instalación será obligatorio redactar la correspondiente memoria técnica por un instalador autorizado o un técnico titulado competente, así como presentarla antes el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Una vez finalizada la instalación el instalador realizará lo indicado a continuación:

- Prueba de puesta en servicio de la instalación.
- Realizará el correspondiente certificado de instalación conforme el modelo oficial establecido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.
- Prueba final de funcionamiento de la instalación.

3.79. Fontanería y saneamiento

3.79.1. Calidad de los materiales

Tubería de polipropileno:

- Polipropileno reticular sanitario.
- Conforme la norma UNE-EN ISO 15874-2:2013/A2:2023.

Tubería de PVC:

- Apta para aguas residuales.

DOCUMENTO Nº3.- PLIEGO DE CONDICIONES

- Resistencia al fuego B-s1, d0.
- Conforme la norma UNE-EN 1453-1:2017.

Llave de paso:

- Cromada.
- De paso recto.

Desagüe:

- PVC.
- Tipo botella.
- Salida horizontal de Ø32 mm.
- Registro interior.

Bajante:

- PVC.
- Conforme la norma UNE-EN 1453-1:2017.

Inodoro:

- Porcelana vitrificada blanca.
- Tanque bajo con tapa.
- Tapa lacada.
- Bisagras de acero.
- Conforme la norma UNE-EN 997:2019.

Lavabo:

- Porcelana vitrificada blanca.
- Con pedestal.
- Grifería monomando cromado.
- Rompechorros.
- Conforme la norma UNE-EN 14688:2016+A1:2019.

Depósito:

- PVC.
- Cilíndrico.
- Capacidad para 100 litros de agua.
- Con tapa.
- Sistema de regulación de llenado.
- Aliviadero.

Equipo de desinfección:

- Automático.
- Dosificador de cloro.

Termo eléctrico para ACS:

- Mural vertical.

- Resistencia blindada.
- Capacidad de 30 litros.
- Potencia de 1800 W.
- Diámetro 410 mm.
- Altura 568 mm.
- Cubeta de acero vitrificado.
- Aislamiento de espuma de poliuretano.
- Ánodo de sacrificio de magnesio.
- Válvula de seguridad antiretorno.

3.79.2. Control de calidad

Los materiales indicados a continuación deberán disponer de la correspondiente Declaración de conformidad CE del fabricante conforme la norma:

- Tuberías de PVC.
- Tuberías de polipropileno.
- Inodoros.
- Lavabos.

La grifería poseerá la homologación correspondiente conforme el Real Decreto 358 de 1985.

El fabricante aportará la documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el presente pliego para cada uno de los elementos que componen el presente apartado.

El fabricante de las válvulas aportará un informe de ensayos que justifique al menos la presión de servicio de las válvulas.

La empresa instaladora del sistema de fontanería y saneamiento estará inscrita en el Registro de empresas autorizadas por el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde radique su sede social.

Una vez finalizada la instalación el instalador realizará lo indicado a continuación:

- Prueba de estanqueidad de la instalación y de funcionamiento.
- Realizará el correspondiente certificado de instalación conforme el modelo oficial establecido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

3.80. Urbanización de la estación de bombeo

La urbanización de la estación de bombeo comprenderá lo especificado a continuación:

- Plano de fundación o explanada de terreno natural.
- Base de zahorra artificial 1” ZA 0/20.
- Mezcla bituminosa en caliente.

3.80.1. Calidad de los materiales

Base:

La base del camino de coronación de la balsa será del espesor considerado en la unidad de obra y se realizará con zahorra artificial de 1" (ZA 0/20), cumplirá las especificaciones indicadas en el presente pliego para dicho tipo de zahorra.

Riego de imprimación:

La emulsión a emplear como riego de imprimación será de tipo C50BF4 IMP (carga catiónica) y cumplirá con las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego para el riego de imprimación. La dotación a aplicar será de 0,8 kg/m².

Riego de adherencia:

La emulsión a emplear como riego de adherencia será de tipo C60B2 (carga catiónica) y cumplirá con las especificaciones técnicas indicadas en el presente pliego para el riego de adherencia. La dotación a aplicar será de 0,6 kg/m².

Mezcla bituminosa en caliente:

Para la capa base se utilizará una mezcla de tipo semidensa tipo AC 16 BASE 50/70 S con el indicado en el plano correspondiente y para la capa de rodadura una mezcla de tipo semidensa densa AC 16 SURF 50/70 S con el espesor indicado en el plano correspondiente.

3.80.2. Control de calidad

La zahorra artificial, el riego de imprimación, el riego de adherencia y la mezcla bituminosa en caliente cumplirán las especificaciones indicadas en los apartados correspondientes del presente pliego.

3.81. Acera de la estación de bombeo

La acera de la Estación de Bombeo cumplirá las especificaciones de los planos correspondientes y las indicadas a continuación.

Bordillos: los bordillos serán prefabricados de hormigón tipo H-400, achaflanados, de 17 cm de base y 30 cm de altura y estarán asentados sobre una base de hormigón no estructural.

Junta de dilatación: la junta de dilatación empleada para el hormigonado de las aceras será de PVC de 80 mm.

Acera: de hormigón de 15 cm con fibras polipropileno y acabado de la superficie texturado con rodillo de picos (acabado martelinado).

3.82. 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 León, estos lugares ofrecen datos muy parciales en lo que a los 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.

7.- Estudio de los materiales arqueológicos de los yacimientos ya conocidos y depositados en el Museo de León.

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 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.

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

4.4.1.1. Retirada y reposición de la capa vegetal (capaceo)

Se retirará y acopiará la capa vegetal de la excavación en las trazas, para volver a reponerla tras el tapado de las zanjas. Este horizonte se ha estimado en 10 cm y se hará en todo el ancho de ocupación. Los anchos de ocupación quedan definidos en el anejo correspondiente del proyecto.

También se retirará y acopiará la tierra vegetal de la zona de ocupación de la balsa y de la estación de bombeo para volver a reponerla en las inmediaciones de dichas estructuras.

4.4.1.2. Desarbolado y destocoado

Previamente al desarbolado se realizará una comunicación de aprovechamiento conforme la Orden FYL/985/2014 de 5 de noviembre, por el que se regulan los aprovechamientos maderables y leñosos en montes y otras zonas arboladas no gestionados por la Junta de Castilla y León.

Cuando la traza de la tubería, la balsa, la estación de bombeo o cualquier otra estructura coincida con arbolado se procederá a su derribo, dejándolos fuera del lugar de plantación, hasta su carga y transporte para la gestión correspondiente.

Tras el desarbolado, se procederá al arranque de los tocones, dejándolos fuera del lugar de plantación, hasta su carga y transporte para la gestión correspondiente.

4.4.1.3. 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.

4.4.1.4. Retirada de los materiales objeto de desbroce

Todos los sub-productos forestales, excepto la leña de valor comercial, serán reutilizados, valorados o gestionados, conforme la legislación vigente.

4.4.1.5. Vertederos y escombreras

Siempre que sea posible, no se crearán nuevos vertederos ni escombreras.

La última opción para la gestión de residuos será la gestión mediante vertedero.

4.4.1.6. 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.

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.

4.4.1.7. 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, así como los planos de detalle que facilitará la Dirección de Obra cuando lo considere necesario.

El levantamiento topográfico de la obra y los perfiles reales de la obra correrán por cuenta del Contratista.

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.

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.

4.4.1.8. 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.

4.5. Zanjas

4.5.1. Excavación de las zanjas

Las zanjas se abrirán mecánicamente, debiendo quedar alineadas en planta y con la rasante uniforme, de acuerdo con lo indicado en los planos correspondientes.

Entre la apertura de la zanja, el montaje de la tubería y el posterior relleno parcial deberá transcurrir el menor tiempo posible.

El fondo de la zanja deberá seguir el perfil previsto, con la pendiente y la profundidad o altura de la zanja especificadas en proyecto para cada instalación y tipo de tubo. Dicho fondo de zanja deberá cumplir con las siguientes características:

- Suficientemente estable para evitar movimientos o asentamientos de la tubería.
- Asegurar la rasante de forma uniforme.
- Exento de resaltos y partículas gruesas.

En general, debe excavar hasta un espesor por debajo de la línea de la rasante igual al de la cama de apoyo, si existe, siempre que el terreno sea uniforme y no meteorizable.

El espesor de la capa de grava o piedra triturada del cimientado no será inferior a 150 mm.

Cuando el suelo sea de poca consistencia o haya condiciones de humedad, se debe considerar la especificación de trabajos adicionales, ya que la presencia de agua en el interior de la zanja debe ser evitada a toda costa.

Los productos de la excavación aprovechables para el relleno posterior de la zanja deben depositarse en caballeros situados a un solo lado de la zanja, lo más lejos posible de la misma, para minimizar el riesgo de derrumbamiento, y dejando una banquetta del ancho necesario para evitar su caída y permitir la circulación de personal, con un mínimo de 60 cm o 1 m. Los que no sean utilizables en el relleno se deben transportar y depositar en los vertederos o escombreras previstos. En particular, la tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones deberá retirarse, recomendándose su acopio y posterior reposición en la traza de la tubería, al objeto de paliar el impacto ambiental que la misma haya podido producir.

Se prestará especial atención a las piedras de tamaño importante cuya caída pudiera dañar los tubos, manteniéndolas lejos del borde de la zanja en todo momento.

4.5.2. Agotamiento de zanjas y rebajamiento del nivel freático

Se debe procurar excavar las zanjas en el sentido ascendente de la pendiente, para dar salida a las aguas por el punto bajo, tomar las precauciones necesarias para evitar que las aguas superficiales inunden las zanjas abiertas y realizar los trabajos de agotamiento y evacuación de las aguas cuando así se requiera.

En particular, si la tubería discurre por una media ladera de acusada pendiente puede llegar a ser necesaria la construcción de una cuneta de recogida de aguas.

La presencia de agua en el interior de las zanjas debe ser evitada a toda costa, debiendo ser achicada antes de comenzar las tareas de montaje de los tubos y comprobando que los codales de la entibación no se hayan relajado. Algunos de los métodos más frecuentes para el control de las aguas subterráneas son los siguientes:

- Bombeo desde el fondo de la zanja
- Pozos profundos
- Tubos filtrantes (well points) verticales
- Drenaje por tubería horizontal
- Pozo aductor
- Geotextiles
- Capas de piedra

Es norma de buena práctica disminuir los gradientes hidráulicos, agotando las zanjas con lentitud o evacuando las aguas manteniendo las bombas en funcionamiento durante los periodos de interrupción de los trabajos (horas nocturnas o días festivos, por ejemplo).

Cuando la tubería tiene una altura de relleno superior al diámetro del tubo, no es necesario sujetarlo para evitar la flotación cuando el tubo está vacío. Si el recubrimiento del tubo es menor que el diámetro del tubo y se prevé que el nivel freático va a estar por encima del fondo del tubo, se deben tomar precauciones para evitar la flotación.

4.5.3. Cama de apoyo

Los tubos no deben apoyarse directamente sobre la rasante de la zanja, sino que se deben instalar sobre camas o lechos, los cuales han de tener un espesor mínimo bajo la generatriz inferior del tubo de 150 mm. El apoyo de la tubería debe ser continuo, tanto longitudinal como transversalmente.

En las tuberías de PRFV el lecho se debe rebajar en la posición correspondiente a cada unión o manguito para garantizar que la tubería tenga un soporte continuo y no descansa sobre las uniones. La sobreexcavación para esta hendidura no será más larga de lo necesario, pudiendo tomarse, como valor orientativo, dos veces el ancho de la junta. Estas zonas de unión se deben rellenar y compactar adecuadamente después de finalizar el montaje de la unión.

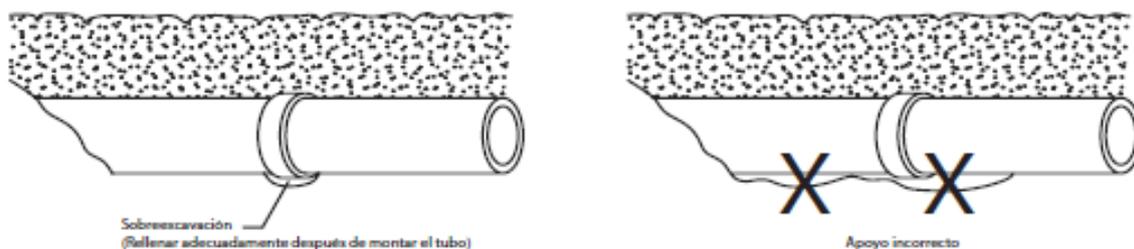


Ilustración 22: Detalle de rebaje de la cama de tubería en uniones y cama uniforme. Apoyo incorrecto.
Fuente: Figura 33 de la Guía técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del CEDEX.

El espesor de la cama de tuberías será de 15 cm.

El espesor del relleno seleccionado de zanjas será de 10 cm por encima de la generatriz superior del tubo, excepto si se protege con losas de hormigón que se rellena en su totalidad hasta dicha losa.

El espesor total de árido 6/12 mm para tuberías plásticas será el que se indica a continuación:

Espesor total = 15 cm + diámetro exterior de la tubería + 10 cm.

El espesor de la cama de asiento de tuberías y del relleno seleccionado de las zanjas se comprobará topográficamente de forma continua mediante un nivel láser instalado en la maquinaria empleada.

4.5.4. Material ordinario para relleno de zanjas de tuberías

Se rellenará con material ordinario hasta la rasante del terreno con un espesor mínimo de 90 cm.

El espesor del material ordinario de las zanjas se comprobará topográficamente de forma continua mediante un nivel láser instalado en la maquinaria empleada.

4.6. Balsa

4.6.1. Plano de fundación y explanada

El plano de fundación (PF) es el espacio de terreno natural, compactado, dispuesto para recibir material para formar el cuerpo del terraplén, formando la cimentación del mismo.

La base del terraplén debe estar exenta de tierra vegetal y poseer un CBR con suficiente capacidad portante. En el caso de no poseer capacidad portante, se vaciarán estos terrenos hasta encontrar suficiente firmeza en la cimentación para comenzar el arranque del cuerpo del terraplén.

El PF recibe una compresión estática por el peso vertical del material soportado, que trasmite a las capas inferiores, debiendo ser los asientos diferenciales mínimos.

Conforme se comienza a terraplenar sobre el PF se forma la explanada, de forma uniforme y compactada para recibir de nuevo sucesivas tongas que vuelven a formar nuevas explanadas.

Durante el extendido, la explanada sufre modificaciones en su estructura física por el movimiento de la maquinaria. Para conservar y presevar la humedad y compactación adecuada, al objeto de no alterarla, se darán pases de riegos por la zona de tránsito de la maquinaria.

Según aumente la cota, disminuye la anchura de la explanada, según espesor de la tongada.

La forma de transmitirse las presiones se realiza en forma de pirámide y se produce en cada capa de tongadas una diferenciación de densidades.

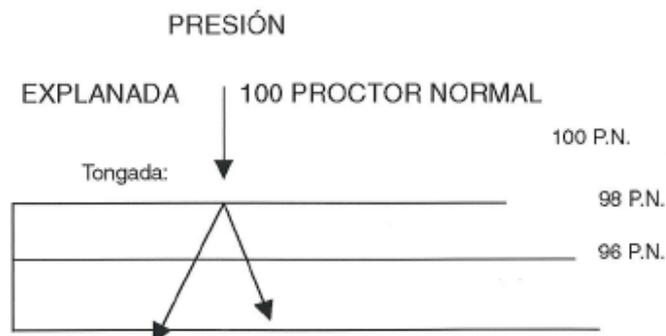


Ilustración 23: Transmisión de presión.

Fuente: Figura 3.1. el libro “Consideraciones generales aplicables a la construcción de balsas” de Ramón de los Santos Alfonso.

La compactación de la explanada se comienza desde el borde del vaso interior hasta el exterior, comenzando en el principio con vibración fuerte y después de los 3/5 pases, se termina con poca vibración para no romper la estructura ya compactada. Si el material es excesivamente permeable, las reposiciones del agua son permanentes.

Si la altura del terraplén es importante (superior a 10 m de altura), suele escarificarse la explanada terminada, para incorporar el agarre de la siguiente y no crear diferenciación de compactaciones.

Si el movimiento de tierras coincide con periodos lluviosos, hay que extremar las medidas, así como evitar las escorrentías por los taludes y los excesos de humedad (blandones).

4.6.2. Materiales empleados

Para la construcción del terraplén se podrán emplear suelos tolerables, adecuados y seleccionados, excepto para el último metro para coronar el terraplén, que sólo se podrán emplear suelos adecuados o seleccionados.

Para la construcción del camino de coronación de la balsa se realizarán dos capas, una capa base de zahorra artificial de 1” y una capa de rodadura con aglomerado bituminoso en caliente.

Los materiales empleados cumplirán las especificaciones indicadas en el presente pliego.

4.6.3. Extendido de la tongada

Cada nueva tongada creará un escalón de la altura convenida en la tongada.

En el control geométrico de las secciones, las dimensiones de la anchura, no deben diferir en +- 5% de las especificadas en los planos, con respecto a la altura en que se está realizando el control, que debe realizarse cada 2 m de altura y medidas en tramos longitudinales de 30 m de distancia.

Durante la ejecución del extendido, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas de lluvia, hacia el talud interior, el de más anchura en escalón.

No se acopiará el material para el extendido de una nueva tongada hasta tener asegurada por las pruebas de laboratorio, la compactación deseada de la tongada anterior.

Cuando el material se encuentre excesivamente húmedo por la lluvia, será extendido sin compactar y se volteará hasta que por aireación e insolación recupere la humedad adecuada.

4.6.4. Compactación del terraplén

El terraplén deberá de compactarse a una densidad del 100% del ensayo del Proctor Normal o a una densidad del 96% del ensayo del Proctor Modificado.

La fórmula teórica que analiza los m³ compactados por hora es la siguiente:

$$C = A \times V \times E / P$$

Siendo:

C: m³ compactados por hora.

A: Ancho que cubre, en metros.

V: Velocidad en km/h.

E: Espesor de la tongada en milímetros.

P: Número de pases.

Previamente a la compactación del terraplén se humedecerá la superficie, en torno a una 15-20%, vigilándose el estado de humedad durante su compactación.

La compactación del terraplén se realizará mediante un compactador con vibración., con presiones comprendidas entre 0,5 y 1 kg/cm², con cuidado de no romper las capas inferiores ya compactadas, es decir evitando su agrietamiento.

El espesor de cada una de las tongadas estará comprendido entre 20 y 40 cm.

La forma de realizar la compactación es empezar por el borde interior del terraplén y continuar solapadamente entre la capa anteriormente compactada y la siguiente, con una pendiente positiva hacia el borde exterior.

Se realizará como mínimo un ensayo de compactación de cada tongada cada 7.500 m² de explanada compactada.

4.6.5. Control de la ejecución

Control de alineaciones y anchura de explanada:

La alineación será la correspondiente conforme los planos del proyecto, mientras que la anchura en cada una de las tongadas será la calculada en función de la altura del terraplén, del talud interior, del talud exterior y del pasillo añadiéndole un 5% de más para tener mayor seguridad.

La explanada debe tener la misma cota en su extensión y anchura, según se va subiendo uniformemente el terraplén

4.7. Escollera

Los taludes a ser protegidos por la escollera deberán presentar una superficie regular y libre de materiales blandos, restos vegetales y otros materiales indeseados.

La escollera se colocará correctamente en el lateral visto creando discontinuidad de las juntas verticales entre los distintos niveles.

El frente de la escollera será uniforme y carecerá de lomos o depresiones, sin piedras que sobresalgan o formen cavidades respecto de la superficie general.

La piedra se colocará de forma que se obtengan las secciones transversales indicadas en el plano correspondiente.

4.8. Plano de fundación

4.8.1. Equipos

Los equipos que se podrán emplear para la regularización del plano de fundación y geometría del mismo son los siguientes:

- Bulldozer.
- Tractor orugas.
- Retroexcavadora.
- Motoniveladora.
- Compactador.

Compactador:

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y tener inversores del sentido de la marcha de acción suave, como mínimo estarán compuestos por un compactador vibratorio de rodillos metálicos.

El rodillo metálico del compactador vibratorio tendrá una carga estática sobre la generatriz no inferior a trescientos newtons por centímetro ($<300 \text{ N/cm}$) y será capaz de alcanzar una masa de al menos quince toneladas (15 t), con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas.

Los compactadores de rodillos metálicos tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de la marcha, y no presentarán surcos ni irregularidades en ellos.

El Director de Obra aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus componentes, que serán las necesarias para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la zahorra en todo su espesor, sin producir roturas del material granular, ni arrollamientos.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación convencionales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretenda realizar y siempre deberán ser autorizados por el Director de las Obras.

4.8.2. Especificaciones de la unidad terminada

Geometría:

Conforme el plano correspondiente.

Densidad:

La densidad de compactación no podrá ser inferior al 95% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor modificado conforme la norma UNE-EN 13286-2.

4.8.3. Control de la ejecución

Geometría:

Como mínimo cada 100 m lineales se comprobarán las características geométricas del plano de fundación, éstas no diferirán en más del 10 %, tanto por defecto como por exceso, de las dimensiones indicadas en el plano correspondiente.

Densidad:

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, una superficie de siete mil quinientos metros cuadrados (7 500 m²) de calzada.

La realización de los ensayos *in situ* se hará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversa. Si durante la construcción se observaran defectos localizados, tales como blandones, se corregirán antes de iniciar el muestreo.

Se realizarán determinaciones de humedad y de densidad en emplazamientos aleatorios con una frecuencia mínima de dos por cada lote. En el caso de usarse sonda nuclear u otros métodos rápidos de control, éstos habrán sido convenientemente calibrados en la realización del tramo de prueba con los ensayos de determinación de humedad natural (norma UNE 103300) y de densidad *in situ* (norma UNE 103503). La medición de la densidad por el método nuclear se llevará a cabo según la norma UNE 103900, y en el caso de que la capa inferior esté estabilizada, se deberá hincar el vástago de la sonda en todo el espesor de la capa a medir, para asegurar la medida correcta de la densidad, pero sin profundizar más para no dañar dicha capa inferior. Sin perjuicio de lo anterior será preceptivo que la calibración y contraste de estos equipos, con los ensayos de las normas UNE 103300 y UNE 103503, se realice periódicamente durante la ejecución de las obras, en plazos no inferiores a catorce días, ni superiores a veintiocho días.

La densidad obtenida en cada uno de los puntos comprobados no será inferior al 95% del Próctor Modificado. De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta conseguir la densidad especificada.

4.9. Base de zahorra artificial

4.9.1. Equipos

Extendedora:

Se podrán emplear extendedoras que estén o no provistas de una tolva para la descarga del material desde los camiones, en el caso de no poseer dicha tolva, ésta deberá realizarse a través de dispositivos de preextensión que garanticen su reparto homogéneo y uniforme delante del equipo de extensión.

Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste.

La anchura mínima será la existente actualmente en los caminos a restaurar.

Compactador:

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y tener inversores del sentido de la marcha de acción suave, como mínimo estarán compuestos por un compactador vibratorio de rodillos metálicos.

El rodillo metálico del compactador vibratorio tendrá una carga estática sobre la generatriz no inferior a trescientos newtons por centímetro ($<300 \text{ N/cm}$) y será capaz de alcanzar una masa de al menos quince toneladas (15 t), con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas.

Los compactadores de rodillos metálicos tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de la marcha, y no presentarán surcos ni irregularidades en ellos.

El Director de Obra aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus componentes, que serán las necesarias para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la zahorra en todo su espesor, sin producir roturas del material granular, ni arrollamientos.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación convencionales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretenda realizar y siempre deberán ser autorizados por el Director de las Obras.

4.9.2. Fórmula de trabajo

La Empresa encargada propondrá a la Dirección de Obra una fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- En su caso, la identificación y proporción (en seco) de cada fracción en la alimentación.
- La granulometría de la zahorra por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico.
- La humedad de compactación.
- La densidad mínima a alcanzar.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director de Obra podrá exigir la modificación de la fórmula de trabajo. En todo caso, se estudiará y aprobará una nueva si varía la procedencia de los componentes o si, durante la producción, se rebasaran las tolerancias granulométricas en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	CRITERIO
CERNIDO POR LOS TAMICES UNE-EN933-2	>4 mm	±8
	≤ 4 mm	% sobre la masa total
	0,063 mm	±2
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN	% respecto de la óptima	-1,5/+1

4.9.3. Preparación de la superficie existente

La capa de zahorra no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que se asiente tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

Se comprobarán la regularidad, la capacidad de soporte y el estado de la superficie existente. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de Obra, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, para reparar las zonas deficientes.

4.9.4. Vertido y extensión

Una vez aceptada la superficie de asiento se procederá al vertido y extensión de la zahorra, en tongadas de espesor no superior a treinta centímetros (> 30 cm), tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones.

Todas las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación. Después, la única admisible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad necesaria para la ejecución de la tongada siguiente.

4.9.5. Compactación

Conseguida la humedad más conveniente, que deberá cumplir lo especificado en el epígrafe correspondiente a la fórmula de trabajo, se procederá a la compactación de la tongada, que se continuará hasta alcanzar la densidad del 98% del Próctor Modificado.

La compactación se ejecutará de manera continua y sistemática. Si la extensión se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Las zonas que, por su reducida extensión, pendiente o proximidad a obras de paso o de desagüe, muros o estructuras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando, se compactarán con medios adecuados, de forma que las densidades que se alcancen no resulten inferiores, en ningún caso, a las exigidas en el resto de la tongada.

4.9.6. Especificaciones de la unidad terminada

Densidad:

La densidad de compactación tanto en la subbase como en la base no podrá ser inferior al 98% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor modificado conforme la norma UNE-EN 13286-2.

Capacidad portante:

No se considera necesaria su realización debido a que el objeto del presente proyecto es la reparación de caminos existentes no la ejecución de nuevos caminos.

Rasante, espesor y anchura:

La rasante de la superficie terminada no deberá superar a la teórica en ningún punto. Tampoco deberá quedar por debajo de ella en más de veinte milímetros (20 mm).

Regularidad superficial:

No se considera necesario la comprobación de la regularidad superficial mediante el Índice de Regularidad Internacional (IRI) debido a que el fin del mismo es la comodidad en la conducción, no siendo

necesario en el presente proyecto por emplearse para el camino de coronación de la balsa y la urbanización de la estación de bombeo.

4.9.7. Limitaciones de la ejecución

La zavorra se podrá poner en obra siempre que las condiciones meteorológicas no hubieran producido alteraciones en la humedad del material tales, que se superasen las tolerancias especificadas en la fórmula de trabajo.

4.9.8. Control de calidad

Previo al vertido de la zavorra:

Antes de verter la zavorra, se comprobará su aspecto en cada elemento de transporte y se rechazarán todos los materiales segregados.

Durante el extendido y compactación:

Se comprobarán frecuentemente:

- El espesor extendido, mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por el Director de las Obras, teniendo en cuenta la disminución que sufrirá al compactarse el material.
- La humedad en el momento de la compactación, mediante un procedimiento aprobado por el Director de las Obras.
- La composición y forma de actuación del equipo de puesta en obra y compactación, verificando:
 - Que el número y tipo de compactadores es el aprobado.
 - El lastre y la masa total de los compactadores.
 - La presión de inflado en los compactadores de neumáticos.
 - La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
 - El número de pasadas de cada compactador.

Al finalizar la la base:

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres criterios siguientes a una sola tongada de zavorra:

- Una longitud de quinientos metros (500 m) de calzada.
- Una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m²) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

La realización de los ensayos *in situ* y la toma de muestras se hará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversal, de tal forma que haya al menos una toma o ensayo por cada hectómetro. Si durante la construcción se observaran defectos localizados, tales como blandones, se corregirán antes de iniciar el muestreo.

1. Humedad y densidad:

Se realizarán determinaciones de humedad y de densidad en emplazamientos aleatorios con una frecuencia mínima de siete por cada lote. En el caso de usarse sonda nuclear u otros métodos rápidos de control, éstos habrán sido convenientemente calibrados en la realización del tramo de prueba con los ensayos de determinación de humedad natural (norma UNE 103300) y de densidad *in situ* (norma UNE 103503). La

medición de la densidad por el método nuclear se llevará a cabo según la norma UNE 103900, y en el caso de que la capa inferior esté estabilizada, se deberá hincar el vástago de la sonda en todo el espesor de la capa a medir, para asegurar la medida correcta de la densidad, pero sin profundizar más para no dañar dicha capa inferior. Sin perjuicio de lo anterior será preceptivo que la calibración y contraste de estos equipos, con los ensayos de las normas UNE 103300 y UNE 103503, se realice periódicamente durante la ejecución de las obras, en plazos no inferiores a catorce días, ni superiores a veintiocho días.

La densidad obtenida en cada una de las capas no será inferior al 98% del Próctor Modificado. Adicionalmente, no se admitirá que mas de dos individuos de la muestra ensayada presentan un valor inferior al prescrito en más de dos puntos porcentuales. De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta conseguir la densidad especificada.

Los ensayos de determinación de humedad tendrán carácter indicativo y no constituirán, por sí solos, referencia de aceptación o rechazo.

2. *Rasante:*

Se comparará la rasante de la superficie terminada con la teórica establecida, en el eje, quiebros de peralte, si existieran, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad de la distancia entre los perfiles del Proyecto.

Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida no excederán de la teórica en ningún punto ni quedarán por debajo de ellas en más de 20 mm, así como tampoco existirán zonas que retengan agua.

Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existan problemas de encharcamiento, el Director de Obra podrá aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la merma con el espesor adicional necesario, sin incremento de coste.

Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, éste se corregirá por cuenta de la Empresa encargada de las obras, siempre que esto no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los Planos del proyecto.

3. *Espesor:*

En perfiles transversales cada veinte metros (20 m), se comprobará la anchura de la capa extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la establecida, en los planos correspondientes. El espesor de la capa no deberá ser inferior en ningún punto al previsto para ella, en caso contrario se procederá según lo indicado a continuación:

- Si es superior o igual al ochenta y cinco por ciento ($\geq 85\%$) del especificado y no existieran problemas de encharcamiento, se podrá admitir siempre que se compense la merma de espesor con el espesor adicional correspondiente en la capa superior, por cuenta de la Empresa encargada de las obras.
- Si es inferior al ochenta y cinco por ciento ($< 85\%$) del especificado, se escarificará la capa correspondiente al lote controlado en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm), se añadirá el material necesario de las mismas características y se volverá a compactar y refinar la capa por cuenta de la Empresa encargada de las obras.

Adicionalmente, no se admitirá que más de un quince por ciento (> 15%) de la longitud del lote, pueda presentar un espesor inferior del especificado en más de un diez por ciento (> 10%). De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en dos (2) partes iguales y se tomarán medidas de cada uno de ellos, aplicándose los criterios descritos en este apartado.

4.10. Riego de imprimación y adherencia

4.10.1. Transporte

Las emulsiones bituminosas se transportarán en cisternas. Las emulsiones bituminosas de rotura lenta (clase de rotura 4 y 5), se transportarán en cisternas completas o, al menos al noventa por ciento (>90%) de su capacidad, preferiblemente a temperatura ambiente y siempre a una temperatura inferior a cincuenta grados Celsius (7 d), será preciso asegurar su homogeneidad previamente a su empleo, con un sistema de agitación y recirculación, u otro método aprobado por el Director de las Obras.

Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, las cisternas empleadas para el transporte de emulsión bituminosa estarán dotadas de medios neumáticos o mecánicos para el trasiego rápido. Todas las tuberías directas y bombas, preferiblemente rotativas, utilizadas para el trasiego de la emulsión bituminosa, desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de aplicación en obra o mezclador, deberán estar dispuestas de modo que se puedan limpiar fácil y perfectamente después de cada aplicación o jornada de trabajo.

4.10.2. Equipo para aplicación de la emulsión

El equipo para la aplicación de la emulsión, que dispondrá siempre de rampa de riego, irá montado sobre neumáticos, y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente y deberá permitir la recirculación en vacío de la emulsión.

4.10.3. Recepción e identificación

Cada cisterna de emulsión bituminosa catiónica que llegue a obra irá acompañada de un albarán y la información relativa al etiquetado y marcado CE de la norma UNE-EN 13808.

El albarán contendrá explícitamente los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Fecha de fabricación y de suministro.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Cantidad que se suministra.
- Denominación comercial, si la hubiese, y tipo de emulsión bituminosa suministrada, de acuerdo con la denominación especificada en este artículo.
- Nombre y dirección del comprador y del destino.
- Referencia del pedido. El etiquetado y marcado CE deberá incluir la siguiente información: - Símbolo del marcado CE.
- Número de identificación del organismo de certificación.

- Nombre o marca distintiva de identificación y dirección registrada del fabricante.
- Las dos últimas cifras del año de su primera colocación.
- Número de referencia de la Declaración de Prestaciones.
- Referencia a la norma europea EN 13808.
- Descripción del producto: nombre genérico, tipo y uso previsto.
- Información sobre las características esenciales de la emulsión incluidas en la norma UNE-EN 13808:
 - Viscosidad (tiempo de fluencia, norma UNE-EN 12846-1).
 - Efecto del agua sobre la adhesión del ligante (adhesividad, norma UNEEN 13614).
 - Comportamiento a rotura (índice de rotura, norma UNE-EN 13075-1 y en su caso, estabilidad en la mezcla con cemento, norma UNE-EN 12848).
- Características del ligante residual por evaporación (norma UNE-EN 13074-1):
 - Consistencia a temperatura de servicio intermedia (penetración a 25°C, norma UNE-EN 1426).
 - Consistencia a temperatura de servicio elevada (punto de reblandecimiento, norma UNE-EN 1427).
 - Cohesión para el ligante residual en emulsiones bituminosas modificadas (ensayo del péndulo, norma UNE-EN 13588).
- Características del ligante residual por evaporación (norma UNE-EN 13074-1), seguido de estabilización (norma UNE-EN 13074-2):
 - Durabilidad de la consistencia a temperatura de servicio intermedia (penetración retenida, norma UNE-EN 1426).
 - Durabilidad de la consistencia a temperatura de servicio elevada (incremento del punto de reblandecimiento, norma UNE-EN 1427).
 - Durabilidad de la cohesión en emulsiones bituminosas modificadas (ensayo del péndulo, norma UNE-EN 13588).

El suministrador deberá entregar un certificado, en su caso proporcionado por el fabricante, de que la emulsión no contiene en su composición alquitranes u otras sustancias derivadas de la destilación de productos carbonosos, ni tampoco betunes oxidados.

4.10.4. Preparación de la superficie existente

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de imprimación cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente, y el material granular tenga la humedad óptima para una correcta imprimación, debiendo estar la superficie húmeda pero no encharcada. En caso contrario, deberá ser corregida de acuerdo con lo indicado en este Pliego. Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de la emulsión, la superficie a imprimir se limpiará de materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión, u otro método aprobado por el Director de las Obras. Una vez limpia la superficie, si fuera necesario, se regará ligeramente con agua, sin saturarla.

4.10.5. Aplicación de la emulsión bituminosa

Cuando la superficie a imprimir mantenga aún cierta humedad, se aplicará la emulsión con la dotación y la temperatura aprobadas.

El suministrador de la emulsión deberá aportar información sobre la temperatura de aplicación del ligante. La extensión de la emulsión se efectuará de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Donde fuera preciso regar por franjas, se procurará una ligera superposición del riego en la unión de las mismas.

Se podrá dividir la dotación total en dos aplicaciones, si así lo requiere la correcta ejecución del riego.

4.10.6. Limitaciones de la ejecución

Los riegos de imprimación y de adherencia se podrán aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados Celsius (>10 °C), y no exista riesgo de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar a juicio del Director de las Obras a cinco grados Celsius (5 °C), si la temperatura ambiente tiende a aumentar.

La aplicación del riego de imprimación y del riego de adherencia se coordinará con la puesta en obra de la capa bituminosa superpuesta, de manera que la emulsión no haya perdido su efectividad como elemento de unión.

Se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego de imprimación mientras no se haya absorbido todo el ligante, así como se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego de adherencia mientras no se haya producido la rotura de la emulsión en toda la superficie aplicada.

4.10.7. Control de calidad

Al menos una vez se comprobará la dosificación del riego de adherencia y del riego de imprimación mediante pesaje, disponiendo durante la aplicación del riego, bandejas metálicas, de silicona o de otro material apropiado, en no menos de tres puntos de la superficie a tratar. En cada uno de estos elementos de recogida se determinará la dotación, mediante el secado en estufa y pesaje.

La dosificación del riego de imprimación será de 0,8 kg/m² y la del riego de adherencia de 0,6 kg/m².

La dotación media obtenida del ligante residual no deberá diferir de la prevista en más de un quince por ciento ($\pm 15\%$).

4.11. Mezcla bituminosa en caliente

4.11.1. Preparación de la superficie existente

Se comprobará la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la mezcla bituminosa.

Se comprobará especialmente que transcurrido el plazo de rotura del ligante de los tratamientos aplicados, no quedan restos de agua en la superficie. Además, si ha pasado mucho tiempo desde su aplicación, se verificará que su capacidad de unión con la mezcla bituminosa no ha disminuido en forma perjudicial; en caso contrario, el Director de las Obras podrá ordenar la ejecución de un riego de adherencia adicional.

4.11.2. Fabricación de la mezcla

La carga de cada una de las tolvas de áridos en frío se realizará de forma que su contenido esté siempre comprendido entre el cincuenta y el cien por ciento (50% a 100%) de su capacidad, sin rebosar. Para mezclas densas y semidensas la alimentación del árido fino, aun cuando éste fuera de un único tipo y granulometría, se efectuará dividiendo la carga entre dos (2) tolvas.

Si se utilizase material procedente del fresado o trituración de capas de mezclas bituminosas, en proporción superior al quince por ciento (> 15%) de la masa total de la mezcla, se procederá como se especifica a continuación:

- En centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador, si la alimentación de éste fuera discontinua, para cada amasada, después de haber introducido los áridos, se pesarán e introducirán los áridos procedentes de mezclas bituminosas, y después de un tiempo de disgregación, calentado y mezcla, se agregará el ligante hidrocarbonado, y en su caso los aditivos, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado en la fórmula de trabajo. Si la alimentación fuese continua, los áridos procedentes de mezclas bituminosas se incorporarán junto al resto de los áridos en la zona de pesaje en caliente a la salida del secador.

- En centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador se aportará el material procedente del fresado o trituración de capas de mezclas bituminosas tras la llama, de forma que no exista riesgo de contacto con ella.

- En ningún caso se calentarán los áridos de aportación a más de doscientos veinte grados Celsius (220°C), ni el material bituminoso a reciclar a una temperatura superior a la del ligante de aportación.

A la descarga del mezclador todos los tamaños del árido deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada en la fórmula de trabajo.

En el caso de utilizar adiciones al ligante o a la mezcla se cuidará su correcta dosificación, la distribución homogénea, así como que no pierda sus características iniciales durante todo el proceso de fabricación.

Los gases producidos en el calentamiento de la mezcla, se recogerán durante el proceso de fabricación de la mezcla, evitando en todo momento su emisión a la atmósfera. Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental y de seguridad y salud.

4.11.3. Transporte

La mezcla bituminosa se transportará en camiones de la central de fabricación a la extendidora. La caja del camión se tratará previamente con un líquido antiadherente, éste consistirá en general en una

solución jabonosa, un agente tensoactivo u otros productos sancionados por la experiencia, que garanticen que no son perjudiciales para la mezcla bituminosa, ni para el medioambiente. No se permitirá en ningún caso el empleo de productos derivados de la destilación del petróleo. Dicha solución se pulverizará de manera uniforme sobre los laterales y fondo de la caja, utilizando la mínima cantidad para impregnar toda la superficie, y sin que se produzca un exceso de líquido antiadherente, que deberá drenarse en su caso, antes de cargar la mezcla bituminosa.

Para evitar el enfriamiento superficial de la mezcla, deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendedora o en el equipo de transferencia, su temperatura no podrá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

4.11.4. Extensión

La extensión comenzará por el borde inferior y se realizará por franjas longitudinales. La anchura de estas franjas se fijará de manera que se realice el menor número de juntas posible y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características de la extendedora y la producción de la central.

Después de haber extendido y compactado una franja, se extenderá la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre aún caliente y en condiciones de ser compactado; en caso contrario, se ejecutará una junta longitudinal.

La extendedora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto, con las tolerancias correspondientes.

La extensión se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la extendedora a la producción de la central de fabricación de modo que sea constante y que no se detenga. En caso de parada, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para el inicio de la compactación; de lo contrario, se ejecutará una junta transversal.

4.11.5. Compactación

La compactación se realizará hasta alcanzar la densidad del 97%. Se deberá hacer a la mayor temperatura posible sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida, y se continuará, mientras la mezcla esté en condiciones de ser compactada y su temperatura no sea inferior a la mínima prescrita en la fórmula de trabajo.

La compactación se realizará longitudinalmente, de manera continua y sistemática. Si la extensión de la mezcla bituminosa se realizara por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano a la extendedora; los cambios de dirección se realizarán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

4.11.6. Juntas transversales y longitudinales

Cuando sean inevitables, se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) las transversales, y quince centímetros (15 cm) las longitudinales. Al extender franjas longitudinales contiguas, si la temperatura de la extendida en primer lugar no fuera superior al mínimo fijado en la fórmula de trabajo para la finalización de la compactación, el borde de esta franja se cortará verticalmente, dejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor. Se le aplicará una capa uniforme y ligera de riego de adherencia, de acuerdo con el presente Pliego, dejando transcurrir el tiempo necesario para la rotura de la emulsión. A continuación, se calentará la junta y se extenderá la siguiente franja contra ella. Este procedimiento se aplicará de manera análoga a la ejecución de juntas transversales.

En capas de rodadura, las juntas transversales se compactarán transversalmente, disponiendo los apoyos precisos para los elementos de compactación.

4.11.7. Especificaciones de la unidad terminada

Densidad:

La densidad no deberá ser menor del 97%.

Rasante, espesor y anclura:

La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de diez milímetros (10 mm) en capas de rodadura e intermedias, ni de quince milímetros (15 mm) en las de base, y su espesor no deberá ser nunca inferior al previsto para ella en la sección-tipo de los Planos de Proyecto. En perfiles transversales cada veinte metros (20 m), se comprobará la anchura extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la teórica deducida de la sección tipo de los Planos de Proyecto.

Regularidad superficial:

El Índice de Regularidad Internacional (IRI) (norma NLT-330), deberá cumplir los valores de la siguiente tabla.

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE CAPA		
	RODADURA E INTERMEDIA		OTRAS CAPAS BITUMINOSAS
	TIPO DE VÍA		
	CALZADAS DE AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS	RESTO DE VÍAS	
50	< 1,5	< 1,5	< 2,0
80	< 1,8	< 2,0	< 2,5
100	< 2,0	< 2,5	< 3,0

Tabla 103: Índice de regularidad internacional.
Fuente: Tabla 542.14.a del PG3 publicado el 3 de enero de 2015.

Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento:

La superficie de la capa deberá presentar una textura homogénea, uniforme y exenta de segregaciones.

Únicamente a efectos de recepción de capas de rodadura, la macrotextura superficial, obtenida mediante el método volumétrico (norma UNE-EN 13036-1), y la resistencia al deslizamiento transversal (norma UNE 41201 IN) no deberán ser inferiores a los valores indicados en la siguiente tabla.

CARACTERÍSTICA	VALOR
MACROTEXTURA SUPERFICIAL (NORMA UNE-EN 13036-1) (*) (mm)	0,7
RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (NORMA UNE 41201 IN) (**) (%)	65

(*) Medida inmediatamente después de la puesta en obra.

(**) Medida una vez transcurrido un mes de la puesta en servicio de la capa.

Tabla 104: Valores mínimo de macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento.
Fuente: Tabla 542.15 del PG3 publicado el 3 de enero de 2015.

4.11.8. Limitaciones de la ejecución

No se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en las siguientes situaciones, salvo autorización expresa del Director de las Obras:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Celsius ($< 5^{\circ}\text{C}$), salvo si el espesor de la capa a extender fuera inferior a cinco centímetros ($< 5\text{ cm}$), en cuyo caso el límite será de ocho grados Celsius ($< 8^{\circ}\text{C}$). Con viento intenso, después de heladas, o en tableros de estructuras, el Director de las Obras podrá aumentar estos límites, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Terminada la compactación, se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada tan pronto alcance la temperatura ambiente en todo su espesor, en capas de espesor igual o inferior a diez centímetros ($\leq 10\text{ cm}$) cuando alcance una temperatura de sesenta grados Celsius (60°C), evitando las paradas y cambios de dirección sobre la mezcla recién extendida hasta que ésta alcance la temperatura ambiente.

4.11.9. Control de calidad

Lote:

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes a una (1) sola capa de mezcla bituminosa:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m²) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

Extensión:

Antes de verter la mezcla del elemento de transporte a la tolva de la extendedora o al equipo de transferencia, se comprobará su aspecto y se medirá su temperatura, así como la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones correspondientes.

La temperatura de la mezcla deberá cumplir las especificaciones de la fórmula de trabajo, aproximadamente deberá estar comprendida entre 140 y 170°C.

Compactación:

Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de compactación, verificando:

- Que el número y tipo de compactadores son los aprobados.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza y protección.
- El peso total y, en su caso, presión de inflado de los compactadores.
- La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
- El número de pasadas de cada compactador.

Al terminar la compactación se medirá la temperatura en la superficie de la capa, con objeto de comprobar que se está dentro del rango fijado en la fórmula de trabajo.

Ensayos de cada capa:

En cada lote se tomarán 3 probetas para realizar sobre cada una de ellas los siguientes ensayos:

- Contenido de huecos conforme la norma UNE-EN 12697-8:2020
- Densidad aparente, conforme la norma UNE-EN 12697-6:2022.

Ensayos sobre la unidad terminada:

En cada lote de unidad terminada se tomarán 3 testigos sobre los que se realizarán los siguientes ensayos:

- Espesor de cada capa, conforme la norma UNE-EN 12697-6.
- Comprobación de la adherencia entre capas, conforme la norma NLT-382.

Debido a que ni la urbanización de la estación de bombeo ni el camino de coronación de la balsa se consideran calzadas como tal, no se considera necesario la realización de los ensayos de regularidad superficial, macrotextura superficial ni resistencia al deslizamiento de las capas de rodadura.

Tolerancias de densidad:

La densidad media obtenida en el lote no deberá ser inferior al 97%. Si fuera inferior, se procederá de la siguiente manera:

- Si es superior o igual al noventa y cinco por ciento ($\geq 95\%$) de la densidad especificada, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%) a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.
- Si es inferior al noventa y cinco por ciento ($< 95\%$) de la densidad especificada, se demolerá mediante fresado la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado y se repondrá con un material aceptado por el Director de las Obras, por cuenta del Contratista. El producto resultante de la demolición será tratado como residuo de construcción y demolición, según la legislación ambiental vigente, o empleado como indique el Director de las Obras, a cargo del Contratista.

Adicionalmente, no se admitirá que más de un (1) individuo de la muestra ensayada del lote presente un valor inferior al prescrito en más de dos (2) puntos porcentuales. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en dos (2) partes iguales y se tomarán testigos de cada uno de ellos, aplicándose los criterios descritos en el presente pliego.

Tolerancias de espesor:

El espesor medio obtenido en el lote no deberá ser inferior al especificado en plano correspondiente. Si fuera inferior, se procederá de la siguiente manera:

Para capas de base:

- Si es superior o igual al ochenta por ciento ($\geq 80\%$), y no existieran zonas de posible acumulación de agua, se compensará la merma de la capa con el espesor adicional correspondiente en la capa superior por cuenta del Contratista.
- Si es inferior al ochenta por ciento ($< 80\%$), se rechazará la capa correspondiente al lote controlado, debiendo el Contratista por su cuenta, demolerla mediante fresado y reponerla, con un material aceptado por el Director de las Obras, o extender de nuevo otra capa similar sobre la rechazada.

Para capas de rodadura:

- Si es inferior al especificado, se rechazará la capa debiendo el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponerla, con un material aceptado por el Director de las Obras, o extender de nuevo otra capa similar sobre la rechazada.

Adicionalmente, no se admitirá que más de un (1) individuo de la muestra ensayada del lote presente resultados inferiores al especificado en más de un diez por ciento (10%). De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en dos (2) partes iguales y se tomarán testigos de cada uno de ellos, aplicándose los criterios descritos en el presente pliego.

Tolerancias en la rasante:

Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas. Si se rebasaran dichas tolerancias, se procederá de la siguiente manera:

- Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto, el Director de las Obras podrá aceptar la rasante siempre que se compense la merma producida con el espesor adicional necesario de la capa superior, en toda la anchura de la sección tipo, por cuenta del Contratista.
- Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, se corregirá mediante fresado por cuenta del Contratista, siempre que no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en los Planos del proyecto. El producto resultante será tratado como residuo de construcción y demolición, según la legislación ambiental vigente.

4.12. Fabricación y suministro de hormigón

El hormigón estructural requiere estar fabricado en centrales que cumplirán con lo especificado en el apartado 51.2. del Código Estructural.

4.12.1. Instalaciones de fabricación del hormigón.

Se entenderá como central de fabricación de hormigón, el conjunto de instalaciones y equipos que, cumpliendo con las especificaciones que se contienen en los apartados siguientes, comprende:

- Instalaciones de recepción y almacenamiento de materiales componentes.
- Instalaciones de dosificación. – Equipos de amasado.
- Equipos de transporte, en su caso.
- Control de producción.

En cada central habrá una persona responsable de la producción, con formación y experiencia suficiente, que estará presente durante el proceso de fabricación y que será distinta del responsable del control de producción.

Las centrales pueden pertenecer o no a las instalaciones propias de la obra.

Para distinguir ambos casos, en el marco de este Código se denominará hormigón preparado a aquel que se fabrica en una central que está inscrita en el Registro Industrial según el título 4.º de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y el Real Decreto 697/1995 de 28 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Registro de Establecimientos Industriales de ámbito estatal, estando dicha inscripción a disposición del peticionario y de las Administraciones competentes, que cumple con las disposiciones físicas y documentales que contempla la legislación industrial vigente y que, con carácter general, no pertenece a las instalaciones propias de la obra.

El fabricante tendrá implantado un plan de mantenimiento de las instalaciones de la central que asegure el cumplimiento de las condiciones indicadas en este apartado.

4.12.1.1. Sistemas de almacenamiento y gestión de los acopios.

Los materiales componentes se almacenarán y transportarán de forma tal que se evite todo tipo de entremezclado, contaminación, deterioro o cualquier otra alteración significativa en sus características. Se tendrá en cuenta lo previsto en los Artículos 28, 29, 30, 31 y 32 para estos materiales. Los acopios de materias primas (bien sean silos, tolvas, depósitos o zonas abiertas) estarán señalizados indicando el tipo de material que contienen y deberán reunir las condiciones necesarias para evitar cualquier tipo de contaminación medioambiental.

Cemento.

El almacenamiento del cemento en la central de hormigón se efectuará conforme a lo establecido en la reglamentación específica vigente. Está expresamente prohibido el almacenamiento en el mismo silo o la mezcla de cementos de diferentes tipos, clases de resistencia o fabricantes en la elaboración del hormigón, ya que se perdería la trazabilidad y las garantías del producto. En el caso de que se tenga que cambiar el tipo de cemento de alguno de los silos, previamente se procederá a la limpieza del mismo para evitar mezclas de cemento de distintos tipos.

Áridos.

Los áridos se almacenarán en silos, tolvas o acopios sobre el terreno. En este último caso se dispondrán sobre una base anticontaminante que evite su contacto con el terreno; la mezcla entre los apilamientos de fracciones granulométricas distintas se evitará con tabiques separadores o con espaciamientos amplios entre ellos.

Se deberán establecer acopios separados e identificados para los áridos reciclados y los áridos naturales.

Deberán adoptarse las precauciones necesarias para evitar la segregación, tanto durante el almacenamiento como durante el transporte entre el lugar de almacenamiento y las tolvas para su dosificación.

Agua.

Si existen instalaciones para el almacenamiento del agua, estas garantizarán que se impida cualquier tipo de contaminación.

Adiciones.

Para las adiciones suministradas a granel se emplearán equipos similares a los utilizados para el cemento, debiéndose almacenar en recipientes y silos impermeables que los protejan de la humedad y de la contaminación, los cuales estarán perfectamente identificados para evitar posibles errores de dosificación.

Aditivos.

Los aditivos pulverulentos se almacenarán en las mismas condiciones que los cementos, evitando cualquier tipo de contaminación. Los aditivos líquidos y los pulverulentos diluidos en agua se deben almacenar en depósitos que deberán estar protegidos de la helada, impedir cualquier contaminación y evitar que se produzcan sedimentaciones incorporando, en los casos que fuera necesario, elementos agitadores para mantener los sólidos en suspensión.

4.12.1.2. Instalaciones de dosificación.

En plantas de hormigón preparado, las instalaciones de dosificación cumplirán los requisitos recogidos en la reglamentación vigente relativa al control de producción de hormigones fabricados en central.

Se dispondrá de silos con compartimientos adecuados y separados para cada una de las fracciones granulométricas necesarias de árido. Cada compartimiento de los silos será diseñado y montado de forma que pueda descargar con eficacia, sin atascos y con una segregación mínima, sobre el sistema de pesaje.

Deberán existir los medios de control necesarios para conseguir que la alimentación de estos materiales a la tolva de la báscula pueda ser cortada con precisión cuando se llega a la cantidad deseada.

Las tolvas de las básculas deberán estar construidas de forma que puedan descargar completamente todo el material que se ha pesado.

Los instrumentos indicadores deberán estar completamente a la vista y lo suficientemente cerca del responsable de producción para que pueda leerlos con precisión mientras se está cargando la tolva de la báscula.

El responsable de producción deberá tener un acceso fácil a todos los instrumentos de control. Se deberán mantener perfectamente limpios todos los puntos de apoyo, las articulaciones y partes análogas de las básculas.

Cemento.

La precisión de la báscula de cemento será de $\pm 0,5\%$ de la capacidad total de la báscula, en toda la zona comprendida entre el 10 % y el 90 % de su capacidad total.

Áridos.

La precisión de la báscula de áridos será de $\pm 0,5\%$ de la capacidad total de la báscula, en toda la zona comprendida entre el 10 % y el 90 % de su capacidad total. Para la medición de su humedad, la central

dispondrá de elementos que permitan obtener sistemáticamente este dato, mediante un método contrastado y preferentemente de forma automática.

En caso de no disponer de un equipo automático se guardará un registro de las determinaciones de humedad realizadas.

Las instalaciones de dosificación dispondrán de silos o tolvas con compartimientos adecuados y separados para cada una de las fracciones granulométricas necesarias de árido.

Agua.

El medidor de agua deberá tener una precisión tal que no se rebase la tolerancia de dosificación establecida en el apartado 51.3.2.4. El agua directamente añadida al amasado se medirá por contador volumétrico o mediante báscula.

Adiciones.

La precisión de la báscula de adiciones será de $\pm 0,5\%$ de la capacidad total de la báscula, en toda la zona comprendida entre el 10 % y el 90 % de su capacidad total. 51.2.3.5 Aditivos. Los dosificadores para aditivos estarán diseñados y marcados de tal forma que se pueda medir con claridad la cantidad de aditivo correspondiente a 50 kilogramos de cemento. La precisión del dosificador será de $\pm 1\%$ para cualquier lectura.

4.12.1.3. Equipos de amasado.

Los equipos pueden estar constituidos por amasadoras fijas o móviles capaces de mezclar los componentes del hormigón de modo que se obtenga una mezcla homogénea y completamente amasada, capaz de satisfacer los dos requisitos del grupo A y al menos dos de los del grupo B, de la tabla 51.2.4.

Estos equipos se examinarán con la frecuencia necesaria para detectar la presencia de residuos de hormigón o mortero endurecido, así como desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior, procediéndose, a comprobar anualmente el cumplimiento de los requisitos de la tabla 51.2.4, salvo que exista una reglamentación específica que marque una frecuencia mayor.

Las amasadoras, tanto fijas como móviles, deberán ostentar, en un lugar destacado, una placa metálica en la que se especifique:

- para las fijas, la velocidad de amasado y la capacidad máxima del tambor, en términos de volumen de hormigón amasado;
- para las móviles, el volumen total del tambor, su capacidad máxima en términos de volumen de hormigón amasado, y las velocidades máxima y mínima de rotación.

Ensayos		Diferencia máxima tolerada entre los resultados de los ensayos de dos muestras tomadas de la descarga del hormigón (1/4 y 3/4 de la descarga)
Grupo A	1. Consistencia (UNE-EN 12350-2)	
	Si el asiento medio es igual o inferior a 9 cm	3 cm
	Si el asiento medio es superior a 9 cm	4 cm
	2. Resistencia (*)	
	En porcentajes respecto a la media	7,5%
Grupo B	3. Densidad del hormigón (UNE-EN 12350-6) en kg/m ³	16 kg/m ³
	4. Contenido de aire (UNE-EN 12350-7)	
	En porcentaje respecto al volumen del hormigón	1%
	5. Contenido de árido grueso (UNE 7295)	
	En porcentaje respecto al peso de la muestra tomada	6%
	6. Módulo granulométrico del árido (UNE 7295)	0,5

(*) Por cada muestra, se fabricarán y ensayarán a compresión, a la edad 7 días, dos probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. Si a 7 días no se cumplen las prescripciones se pueden ensayar a 28 días, dándose por bueno el resultado si es correcto en esa fecha. Estas probetas serán confeccionadas, conservadas y ensayadas según los procedimientos contemplados en el apartado 57.3. Se determinará la medida de cada una de las dos muestras como porcentaje de la media total.

Tabla 105: Comprobación de la homogeneidad del hormigón.
Fuente: Tabla 51.2.4. del Código Estructural.

4.12.2. Control de producción.

Las centrales de hormigón preparado deberán tener implantado un sistema de control de producción que contemple la totalidad de los procesos que se lleven a cabo en las mismas y conforme a la reglamentación industrial vigente relativa al control de producción de hormigones fabricados en central.

En el caso de que el hormigón se fabrique en central de obra, el constructor deberá efectuar un autocontrol equivalente al definido anteriormente para las centrales de hormigón preparado.

4.12.3. Fabricación del hormigón.

Previamente a la fabricación de una partida de hormigón, el fabricante comprobará la existencia del documento de especificaciones referido en el apartado 51.3.4, prestando especial atención a las posibles exigencias particulares en cuanto a materias primas y dosificaciones.

4.12.3.1. Suministro de materiales componentes.

Cada uno de los materiales componentes empleados para la fabricación del hormigón deberá suministrarse a la central de hormigón acompañada de la documentación de suministro indicada al efecto en el Anejo 4. En el apartado 51.2.2 se señalan las condiciones de almacenamiento y gestión de materiales componentes.

4.12.3.2. Dosificación de materiales componentes.

Se dosificará el hormigón con arreglo a los métodos que se consideren oportunos respetando siempre las limitaciones siguientes:

- a) La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón será la establecida en el apartado 43.2.1.
- b) La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 500 kg. En casos excepcionales, previa justificación experimental y autorización expresa de la dirección facultativa, se podrá superar dicho límite.
- c) No se utilizará una relación agua/cemento mayor que la máxima establecida en el apartado 43.2.1.

En dicha dosificación se tendrán en cuenta, no solo la resistencia mecánica y la consistencia (en su caso) que deban obtenerse, sino también la clase de exposición ambiental que va a estar sometido el hormigón, por los posibles riesgos de deterioro de éste o de las armaduras a causa del ataque de agentes exteriores.

La dosificación de cemento, de los áridos, y en su caso, de las adiciones, se realizará en peso. Se deberá vigilar el mantenimiento de la dosificación para garantizar una adecuada homogeneidad entre amasadas.

Cuando la central de fabricación no disponga de historial de resultados de dosificaciones (con los materiales componentes solicitados) para una especificación concreta, se deberán realizar ensayos previos para garantizar que la dosificación diseñada satisface las condiciones exigidas de acuerdo con los Artículos 33 y 43.

Cemento.

El cemento se dosificará en peso, utilizando básculas y escalas distintas de las utilizadas para los áridos. La tolerancia en peso de cemento será del ± 3 por 100. Esta tolerancia debe aplicarse a la carga total de cada amasada.

Áridos.

Los áridos se dosificarán en peso, teniendo en cuenta las correcciones por humedad. Para favorecer la compacidad de la mezcla, el árido deberá componerse de al menos dos fracciones granulométricas, para tamaños máximos iguales o inferiores a 22 mm, y de tres fracciones granulométricas para tamaños máximos mayores. La tolerancia en peso de los áridos, tanto si se utilizan básculas distintas para cada fracción de árido, como si la dosificación se realiza acumulada, será del $\pm 3\%$. Esta tolerancia debe aplicarse a la carga total de cada amasada.

Agua.

El agua de amasado está constituida, fundamentalmente, por la directamente añadida a la amasada, la procedente de la humedad de los áridos y, en su caso, la aportada por aditivos líquidos. El agua añadida directamente a la amasada se medirá por peso o volumen, con una tolerancia del $\pm 1\%$.

El agua de lavado de las amasadoras, tanto fijas como móviles, deberá ser eliminada antes de cargar la siguiente amasada del hormigón. El agua total se determinará con una tolerancia del $\pm 3\%$ de la cantidad total prefijada. Esta tolerancia debe aplicarse a la carga total de cada amasada.

Adiciones.

Cuando se utilicen, las adiciones se dosificarán en peso, empleando básculas con escalas distintas de las utilizadas para los áridos. Cuando la cantidad de adiciones supera el 5% de la masa del cemento, la tolerancia en la dosificación será el $\pm 3\%$ de la cantidad requerida. Cuando la cantidad de adiciones no supera el 5% de la masa del cemento, la tolerancia en la dosificación será el $\pm 5\%$ de la cantidad requerida. Esta tolerancia debe aplicarse a la carga total de cada suministro.

Aditivos.

Los aditivos pulverulentos deberán ser medidos en peso, y los aditivos en pasta o líquidos, en peso o en volumen. En ambos casos, la tolerancia será el $\pm 5\%$ del peso o volumen requeridos. Esta tolerancia debe aplicarse a la carga total de cada suministro. La incorporación de aditivos puede realizarse en planta o en obra. Sin embargo, en algunas ocasiones, para conseguir hormigones de características especiales puede ser conveniente la combinación de ambas situaciones.

4.12.3.3. Amasado del hormigón.

El amasado del hormigón se realizará mediante uno de los procedimientos siguientes:

- totalmente en amasadora fija;
- iniciado en amasadora fija y terminado en amasadora móvil, antes de su transporte;
- en amasadora móvil, antes de su transporte.

Los materiales componentes se amasarán de forma tal que se consiga su mezcla íntima y homogénea, debiendo resultar el árido bien recubierto de pasta de cemento. La homogeneidad del hormigón se comprobará de acuerdo al procedimiento establecido en el apartado 51.2.4.

4.12.3.4. Designación y características.

El hormigón fabricado en central podrá designarse por propiedades o, excepcionalmente, por dosificación, de acuerdo con lo indicado en el apartado 33.6 de éste Código.

En ambos casos el peticionario deberá especificar documentalmente al fabricante, y previamente al suministro, como mínimo:

- La consistencia.
- El tamaño máximo del árido.
- La clase de exposición ambiental a la que va a estar expuesto el hormigón.
- La resistencia característica a compresión (véase el apartado 33.1), para hormigones designados por propiedades.
- El contenido de cemento, expresado en kilos por metro cúbico (kg/m^3), para hormigones designados por dosificación y para aquellos que aún designados por propiedades tienen una especificación de contenido de cemento más exigente que el indicado para cada exposición ambiental.
- La indicación, en su caso, de características especiales del tipo de cemento, particularmente en aquellos casos que requieren el uso de cementos SR, SRC o MR.
- La indicación de si el hormigón va a ser utilizado en masa, armado o pretensado.

Cuando la designación del hormigón fuese por propiedades, el suministrador establecerá la composición de la mezcla del hormigón, garantizando al peticionario las características especificadas de tamaño máximo del árido, consistencia y resistencia característica, así como las limitaciones derivadas de la clase de exposición ambiental especificado (contenido de cemento y relación agua/cemento).

La designación por propiedades se realizará según lo indicado en el artículo 33.

Cuando la designación del hormigón fuese por dosificación, el peticionario es responsable de la congruencia de las características especificadas de tamaño máximo del árido, consistencia y contenido en cemento por metro cúbico de hormigón, mientras que el

4.12.4. Transporte y suministro del hormigón.

4.12.4.1. Transporte del hormigón.

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen 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, salvo que se utilicen aditivos retardadores de fraguado. Dicho tiempo límite podrá disminuirse, en su caso, cuando el fabricante del hormigón considere necesario establecer en su hoja de suministro un plazo inferior para su puesta en obra. 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 tiempo 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 carga de una nueva 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 e impedir que se cumpla lo estipulado en el apartado 51.2.4.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

El lavado de los elementos de transporte se efectuará en balsas de lavado específicas que permitan el reciclado del agua. La central garantizará el volumen del hormigón que compone la carga y dispondrá de un protocolo informativo para los clientes que deseen verificar la comprobación del volumen basado en la determinación del peso transportado.

4.12.4.2. Suministro del hormigón.

Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro cuyo contenido mínimo se indica en el Anejo 4.

El comienzo de la descarga del hormigón desde el equipo de transporte del suministrador, en el lugar de la entrega, marca el principio del tiempo de entrega y recepción del hormigón, que durará hasta finalizar la descarga de éste.

La dirección de obra, o la persona en quien delegue, es la responsable de que el control de recepción se efectúe tomando las muestras necesarias, realizando los ensayos de control precisos, y siguiendo los procedimientos indicados en el capítulo 13. Cuando se tomen muestras, por parte de la entidad de control, del hormigón suministrado, el responsable de la recepción del hormigón en la obra entregará una copia del acta de toma de muestras al suministrador del hormigón.

Cualquier rechazo de hormigón basado en los resultados de los ensayos de consistencia (y aire ocluido, en su caso) deberá ser realizado durante la entrega. No se podrá rechazar ningún hormigón por estos conceptos sin la realización de los ensayos oportunos.

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. No obstante, si el asentamiento es menor que el especificado, según el apartado 33.5, el suministrador podrá adicionar aditivo plastificante o superplastificante para aumentarlo hasta alcanzar dicha consistencia, sin que ésta rebase las tolerancias indicadas en el mencionado apartado y siempre que se haga conforme a un procedimiento escrito y específico que previamente haya sido aprobado por el fabricante del hormigón y que cuente con la autorización de la dirección facultativa. Para ello, el elemento de transporte o, en su caso, la central de obra, deberá estar equipado con el correspondiente sistema dosificador de aditivo y reamasar el hormigón hasta dispersar totalmente el aditivo añadido. El tiempo de reamasado será de al menos 1 min/m³, sin ser en ningún caso inferior a 5 minutos.

La actuación del suministrador termina una vez efectuada la entrega del hormigón y siendo satisfactorios los ensayos de recepción del mismo.

En los acuerdos entre el peticionario y el suministrador deberá tenerse en cuenta el tiempo que, en cada caso, pueda transcurrir entre la fabricación y la puesta en obra del hormigón.

4.13. Puesta en obra y curado del hormigón

Salvo en el caso de que las armaduras elaboradas estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido y que el control de ejecución sea intenso, no podrá procederse a la puesta en obra del hormigón hasta disponer de los resultados de los correspondientes ensayos para comprobar su conformidad.

4.13.1. Vertido y colocación del hormigón.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado.

En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

No se colocarán en obra capas o tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la dirección facultativa, una vez que se hayan revisado las armaduras ya colocadas en su posición definitiva.

El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido en el que deberán tenerse en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

4.13.2. Compactación del hormigón.

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas y de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire.

Cuando se utilicen vibradores de superficie el espesor de la capa después de compactada no será mayor de 20 centímetros.

La utilización de vibradores de molde o encofrado deberá ser objeto de estudio, de forma que la vibración que se transmita a través del encofrado sea la adecuada para producir una correcta compactación, evitando la formación de huecos y capas de menor resistencia.

El revibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte de la dirección de obra.

4.13.3. Puesta en obra del hormigón en condiciones climáticas especiales.

4.13.3.1. Hormigonado en tiempo frío.

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.

En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados.

En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento de hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

En el caso de que se produzca algún tipo de daño, deberán realizarse los ensayos de información necesarios para estimar la resistencia realmente alcanzada, adoptándose, en su caso, las medidas oportunas.

El empleo de aditivos aceleradores de fraguado o aceleradores de endurecimiento o, en general, de cualquier producto anticongelante específico para el hormigón, requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la dirección facultativa. Nunca podrán utilizarse productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contienen ión cloro.

4.13.3.2. Hormigonado en tiempo caluroso.

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa. Estas medidas deberán acentuarse para hormigones de resistencias altas.

Para ello los materiales constituyentes del hormigón y los encofrados o moldes destinados a recibirlo deberán estar protegidos del soleamiento.

Una vez efectuada la colocación del hormigón se protegerá éste del sol y especialmente del viento, para evitar que se deseque.

Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la dirección facultativa, se adopten medidas especiales.

4.13.4. Juntas de hormigonado.

Las juntas de hormigonado, que deberán, en general, estar previstas en el proyecto, se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón.

Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en el proyecto se dispondrán en los lugares que apruebe la dirección facultativa, y preferentemente sobre los puntales de la cimbra. No se reanudará el hormigonado de las mismas sin que hayan sido previamente examinadas y aprobadas, si procede, por la dirección facultativa.

Si el plano de una junta resulta mal orientado, se demolerá la parte de hormigón necesaria para proporcionar a la superficie la dirección apropiada. Antes de reanudar el hormigonado, se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto y se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto. En cualquier caso, el procedimiento de limpieza utilizado no deberá producir alteraciones apreciables en la adherencia entre la pasta y el árido grueso. Expresamente se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

Se prohíbe hormigonar directamente sobre o contra superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas. En este caso deberán eliminarse previamente las partes dañadas por el hielo.

El pliego de prescripciones técnicas particulares podrá autorizar el empleo de otras técnicas para la ejecución de juntas (por ejemplo, impregnación con productos adecuados), siempre que se haya justificado previamente, mediante ensayos de suficiente garantía, que tales técnicas son capaces de proporcionar resultados tan eficaces, al menos, como los obtenidos cuando se utilizan los métodos tradicionales.

4.13.5. Curado del hormigón.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado. Éste se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc.

El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo que no produzca deslavado. El agua empleada en estas operaciones deberá poseer las cualidades exigidas en el artículo 29 de este Código. El curado por aportación de humedad podrá sustituirse por la protección de las superficies mediante recubrimientos plásticos, agentes filmógenos u otros tratamientos adecuados, siempre que tales métodos, especialmente en el caso de masas secas, ofrezcan las garantías que se estimen necesarias para lograr, durante el primer período de endurecimiento, la retención de la humedad inicial de la masa, y no contengan sustancias nocivas para el hormigón.

Si el curado se realiza empleando técnicas especiales (curado al vapor, por ejemplo) se procederá con arreglo a las normas de buena práctica propias de dichas técnicas, previa autorización de la dirección facultativa.

4.13.6. Puesta en obra de los productos de protección, reparación y refuerzo.

La ejecución de los trabajos de protección, reparación y refuerzo deberá hacerse en base a un informe justificativo de la actuación en el que se incluyan las hojas técnicas de los productos utilizados así como cualquier otra documentación relativa a su aplicación. Dicho informe justificativo deberá ser facilitado por el constructor a la dirección facultativa para su aprobación.

4.14. Procesos posteriores al hormigonado.

4.14.1. Desencofrado y desmoldeo.

Se pondrá especial atención en retirar oportunamente todo elemento de encofrado o molde que pueda impedir el libre juego de las juntas de retracción, asiento o dilatación, así como de las articulaciones, si las hay.

Se tendrán también en cuenta las condiciones ambientales (por ejemplo, heladas) y la necesidad de adoptar medidas de protección una vez que el encofrado, o los moldes, hayan sido retirados.

4.14.2. Descimbrado y desapuntalado.

Los distintos elementos que constituyen los moldes o los encofrados (costeros, fondos, etc.), los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura, recomendándose, cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desencofrado, desmoldeo o descimbrado.

De manera previa al hormigonado deberá disponerse de un plan de descimbrado específico para la obra, propuesto por el constructor, que contemple, en su caso, las prescripciones de proyecto. Este plan se someterá a la aprobación de la dirección facultativa.

Cuando se trate de obras de importancia y no se posea experiencia de casos análogos, o cuando los perjuicios que pudieran derivarse de una fisuración prematura fuesen grandes, se realizarán ensayos de información (véase artículo 57) para estimar la resistencia real del hormigón y poder fijar convenientemente el momento de desencofrado, desmoldeo o descimbrado.

En elementos de hormigón pretensado es fundamental que el descimbrado se efectúe de conformidad con lo dispuesto en el programa previsto a tal efecto al redactar el proyecto de la estructura. Dicho programa deberá estar de acuerdo con el correspondiente al proceso de tesado. En particular, en los puentes pretensados cuyo descimbrado se realice, al menos parcialmente, mediante el tesado de los tendones de pretensado, deberán evaluarse las acciones que la cimbra predeformada introduce sobre la estructura en el proceso de descarga de la misma.

En forjados unidireccionales el orden de retirada de los puntales será desde el centro del vano hacia los extremos y en el caso de voladizos del vuelo hacia el arranque. No se intersacarán ni retirarán puntales sin la autorización previa de la dirección facultativa. No se desapuntalará de forma súbita y se adoptarán precauciones para impedir el impacto de las sopandas y puntales sobre el forjado.

4.14.3. Acabado de superficies.

Las superficies vistas de las piezas o estructuras, una vez desencofradas o desmoldadas, no presentarán coqueas o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra o a su aspecto exterior.

Cuando se requiera un particular grado o tipo de acabado por razones prácticas o estéticas, el proyecto deberá especificar los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

En general, para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc., que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4 mm. Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

4.15. Cimbras y apuntalamientos

Antes de su empleo en la obra, el constructor deberá disponer de un proyecto de la cimbra en el que, al menos, se contemplen los siguientes aspectos:

– justifique su seguridad, así como límite las deformaciones de la misma antes y después del hormigonado,

– contenga la memoria descriptiva de la cimbra incluyendo la descripción detallada de los elementos constituyentes de la misma con sus características y especificaciones generales sobre su montaje y su capacidad de carga hasta entregar las cargas resistidas a otros elementos, distintos de la cimbra, en cuanto a su tipología y a sus elementos constituyentes, que transmitirán dichas cargas al suelo a través de zapatas o de otros elementos resistentes,

– contenga unos planos que definan completamente la cimbra y sus elementos, y

– contenga un pliego de prescripciones que indique las características que deben cumplir, en su caso, los perfiles metálicos, los tubos, las grapas, los elementos auxiliares y cualquier otro elemento que forme parte de la cimbra.

Además, el constructor deberá disponer de un procedimiento escrito para el montaje y desmontaje de la cimbra o apuntalamiento, en el que se especifiquen los requisitos para su manipulación, ajuste, contraflechas, carga, desenclavamiento y desmantelamiento. Se comprobará también que, en caso de que fuera preciso, existe un procedimiento escrito para la colocación del hormigón, de forma que se logre limitar las flechas y los asentamientos.

Además, la dirección facultativa dispondrá de un certificado, facilitado por el constructor y firmado por persona física, en el que se garantice que los elementos empleados realmente en la construcción de la cimbra cumplen las especificaciones definidas en el correspondiente pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto de dicha cimbra.

En el caso de estructuras de edificación, las cimbras se realizarán preferentemente, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 12812, y los apuntalamientos, preferentemente, de acuerdo con lo indicado en las normas UNE-EN 1065, UNE-EN 16031 y UNE 180201, en sus respectivos ámbitos de aplicación. Se dispondrán durmientes de reparto para el apoyo de los puntales, cuando se transmita carga al terreno o a forjados aligerados y en el caso de que dichos durmientes descansan directamente sobre el terreno, habrá que cerciorarse de que no puedan asentar en él. Las cimbras deberán estabilizarse en las dos direcciones para que el apuntalado sea capaz de resistir los esfuerzos horizontales que pueden producirse durante la ejecución de los forjados, para lo que podrán emplearse cualquiera de los siguientes procedimientos:

– arriostamiento de los puntales en ambas direcciones, por ejemplo con tubos o abrazaderas, de forma que el apuntalado sea capaz de resistir los mencionados esfuerzos horizontales y, al menos, el 2% de las cargas verticales soportadas contando entre ellas la sobrecarga de construcción, o el 1 % de dichas cargas si el sistema de elementos sustentantes empleado está en posesión de un distintivo oficialmente reconocido,

– transmisión de los esfuerzos a pilares o muros, en cuyo caso deberá comprobarse que dichos elementos tienen la capacidad resistente y rigidez suficientes, o

– disposición de torres de cimbra en ambas direcciones a las distancias adecuadas.

Cuando los forjados tengan un peso propio mayor que 5 kN/m² o cuando la altura de los puntales sea mayor que 3,5 m, el constructor deberá disponer de un estudio detallado del sistema de apuntalamiento, que deberá ser aprobado por la dirección facultativa. Para los forjados, las sopandas se colocarán a las distancias indicadas en los planos de ejecución del forjado.

En los forjados de viguetas armadas se colocarán los apuntalados nivelados con los apoyos y sobre ellos se colocarán las viguetas.

4.16. Encofrados o moldes

Los encofrados y moldes deberán ser capaces de resistir las acciones a las que van a estar sometidos durante el proceso de construcción y tener la rigidez suficiente para asegurar que se van a satisfacer las tolerancias especificadas en el proyecto. Además, deberán poder retirarse sin causar sacudidas anormales ni daños en el hormigón.

Se realizarán, preferentemente, conforma a la norma UNE 180201.

Con carácter general, deberán presentar al menos las siguientes características:

– estanqueidad suficiente de las juntas entre los paneles de encofrado o en los moldes, previendo que las posibles fugas de lechada por las mismas no comprometan el acabado previsto para el elemento ni su durabilidad;

– resistencia adecuada a las presiones del hormigón fresco y a los efectos del método de compactación;

– alineación y en su caso, verticalidad de los paneles de encofrado, prestando especial interés a la continuidad en la verticalidad de los pilares en su cruce con los forjados en el caso de estructuras de edificación;

– mantenimiento de la geometría de los paneles de moldes y encofrados, con ausencia de abolladuras fuera de las tolerancias establecidas en el proyecto o, en su defecto, por este Código;

– limpieza de la cara interior de los moldes, evitándose la existencia de cualquier tipo de residuo propio de las labores de montaje de las armaduras, tales como restos de alambre, recortes, casquillos, etc.;

– mantenimiento, en su caso, de las características que permitan texturas específicas en el acabado del hormigón, como por ejemplo, bajorrelieves, impresiones, etc.

Cuando sea necesario el uso de encofrados dobles o encofrados contra el terreno natural, como por ejemplo, en tableros de puente de sección cajón, cubiertas laminares, etc. deberá garantizarse la operatividad de las ventanas por las que esté previsto efectuar las operaciones posteriores de vertido y compactación del hormigón.

En elementos de gran longitud, se adoptarán medidas específicas para evitar movimientos indeseados durante la fase de puesta en obra del hormigón.

La superficie encofrante que estará en contacto directo con el hormigón, tanto en los encofrados como en los moldes, deberá ser capaz de mantener las características necesarias para que los elementos de hormigón estructural reproduzcan adecuadamente la geometría prevista para ellos en el proyecto, así como para dotar a las caras vistas de dichos elementos de la textura y la uniformidad especificada, en su caso, en dicho proyecto.

En los encofrados susceptibles de movimiento durante la ejecución, como por ejemplo, en encofrados trepantes o encofrados deslizantes, la dirección facultativa podrá exigir que el constructor realice una prueba en obra sobre un prototipo, previa a su empleo real en la estructura, que permita evaluar

el comportamiento durante la fase de ejecución. Dicho prototipo, a juicio de la dirección facultativa, podrá formar parte de una unidad de obra.

Los encofrados y moldes podrán ser de cualquier material que no perjudique a las propiedades del hormigón. Cuando sean de madera, deberán humedecerse previamente para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, las piezas de madera se dispondrán de manera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales. No podrán emplearse encofrados de aluminio, salvo que pueda facilitarse a la dirección facultativa un certificado, elaborado por una entidad de control y firmado por persona física, de que los paneles empleados han sido sometidos con anterioridad a un tratamiento de protección superficial que evite la reacción con los álcalis del cemento.

En todos los casos se realizará correctamente la unión de los elementos complementarios para la seguridad (tales como: barandillas de protección, dispositivos de anclaje para redes de seguridad, dispositivos de anclaje preparados para los equipos de protección individual y, en general, cualquier otro elemento destinado a dotar de seguridad al sistema de encofrado, diseñado y fabricado por el fabricante del mismo) a la estructura resistente del encofrado o molde y, en su caso, de las cimbras y apuntalamientos.

4.17. Productos desencofrantes

Salvo indicación expresa de la dirección facultativa, el constructor podrá seleccionar los productos empleados para facilitar el desencofrado y el fabricante de elementos prefabricados los correspondientes al desmoldeo.

Los productos serán de la naturaleza adecuada y deberán elegirse y aplicarse de manera que no sean perjudiciales para las propiedades o el aspecto del hormigón, que no afecten a las armaduras o los encofrados, y que no produzcan efectos perjudiciales para el medioambiente. No se permitirá la aplicación de gasóleo, grasa corriente o cualquier otro producto análogo.

Además, no deberán impedir la posterior aplicación de revestimientos superficiales, ni la posible ejecución de juntas de hormigonado. Previamente a su aplicación, el constructor facilitará a la dirección facultativa un certificado, firmado por persona física, que refleje las características del producto desencofrante que se pretende emplear, así como sus posibles efectos sobre el hormigón.

Se aplicarán en capas continuas y uniformes sobre la superficie interna del encofrado o molde, debiéndose verter el hormigón dentro del período de tiempo en el que el producto sea efectivo según el certificado al que se refiere el párrafo anterior.

4.18. Elaboración, armado y montaje de armaduras pasivas

Se define como:

– Ferralla: conjunto de los procesos de transformación del acero corrugado o grafilado, suministrado en barras o rollos, según el caso, que tienen por finalidad la elaboración de armaduras pasivas y que, por lo tanto, incluyen las operaciones de corte, doblado, soldadura, enderezado, etc.

– Armado: proceso por el que se proporciona la disposición geométrica definitiva a la ferralla, a partir de armaduras elaboradas o de mallas electrosoldadas.

– Montaje: proceso de colocación de la ferralla armada en el encofrado, conformando la armadura pasiva, para lo que deberá prestarse especial atención a la disposición de separadores y cumplimiento de las exigencias de recubrimientos del proyecto, así como lo establecido al efecto en el Código.

La ferralla armada, conforme con el apartado 35.3, podrá ser realizada, mediante la aplicación de los procesos a los que se refiere el apartado 49.3, tanto en una instalación de ferralla industrializada ajena a la obra, como directamente por el constructor en la propia obra.

Los productos de acero que se empleen para la elaboración de las armaduras pasivas deberán cumplir las exigencias establecidas para los mismos en el artículo 34. Asimismo, podrán también fabricarse armaduras, a partir de la transformación de mallas electrosoldadas, para lo que estas deberán ser conformes con lo establecido para las mismas en el Código.

4.18.1. Suministro de productos de acero para armaduras pasivas.

Cada partida de acero se suministrará acompañado de la correspondiente hoja de suministro, que deberán incluir su designación y cuyo contenido mínimo deberá ser conforme con lo indicado en el Anejo 4 del Código Estructural.

En el caso de que el producto de acero corrugado sea suministrado en rollo o proceda de operaciones de enderezado previas a su suministro, deberá indicarse explícitamente en la correspondiente hoja de suministro. En el caso de barras corrugadas en las que, dadas las características del acero, se precise de procedimientos especiales para el proceso de soldadura, adicionales o alternativos a los contemplados en el Código, el fabricante deberá indicarlos.

4.18.2. Instalaciones de ferralla.

La elaboración de armaduras mediante procesos de ferralla requiere disponer de unas instalaciones que permitan desarrollar, al menos, las siguientes actividades:

- almacenamiento de los productos de acero empleados,
- proceso de enderezado, en el caso de emplearse acero corrugado suministrado en rollo, – procesos de corte, doblado, soldadura y armado, según el caso.

Al objeto de garantizar la trazabilidad de los productos de acero empleados en las instalaciones industriales de ferralla ajenas a la obra, la dirección facultativa podrá recabar evidencias sobre la misma.

Además, la instalación de ferralla deberá tener implantado un sistema de control de la producción que incluya ensayos e inspecciones sobre las armaduras elaboradas y ferralla armada, de acuerdo con el apartado 49.2.4 para lo que deberá disponer de un laboratorio de autocontrol, propio o contratado. En el caso de instalaciones de ferralla en obra, la recepción de los productos de acero será responsabilidad de la dirección facultativa y los ensayos correspondientes se efectuarán por el laboratorio de control de calidad.

Maquinaria.

En el caso de acero corrugado suministrado en rollo, el enderezado se efectuará con máquinas específicamente fabricadas para ello, y que permitan el desarrollo de procedimientos de enderezado de forma que no se alteren las características mecánicas y geométricas del material hasta provocar el incumplimiento de las exigencias establecidas por este Código. No podrán emplearse máquinas dobladoras para efectuar el enderezado.

Las operaciones de corte podrán realizarse mediante cizallas manuales o máquinas automáticas de corte. En este último caso, debe ser posible la programación de la máquina para adaptarse a las dimensiones establecidas en el correspondiente proyecto. No podrán utilizarse otros equipos que puedan provocar alteración relevante de las propiedades físico-metalúrgicas del material como por ejemplo, el corte con sopletes.

El doblado se efectuará mediante máquinas dobladoras manuales o automatizadas, que tengan la suficiente versatilidad para emplear los mandriles que permitan cumplir los radios de doblado que establece el Código en función del diámetro de la armadura. La soldadura se efectuará con cualquier equipo que permita la realización de la misma por arco manual, por arco con gas de protección o mediante soldadura eléctrica por puntos, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 17660. También se podrán emplear otras máquinas auxiliares para la elaboración de las armaduras como, por ejemplo, para la disposición automática de estribos.

Almacenamiento y gestión de los acopios.

Las instalaciones de ferralla dispondrán de áreas específicas para el almacenamiento de las partidas de productos de acero recibidos y de las remesas de armadura o ferralla fabricadas, a fin de evitar posibles deterioros o contaminaciones de las mismas, preferiblemente en zonas protegidas de la intemperie.

Se dispondrá de un sistema, preferentemente informatizado, para la gestión de los acopios que permita, en cualquier caso, conseguir la trazabilidad hasta el fabricante del acero empleado, para cualquiera de los procesos desarrollados en la instalación de ferralla.

Control de producción.

Las instalaciones industriales de ferralla ajenas a la obra deberán tener implantado un sistema de control de producción que contemple la totalidad de los procesos que se lleven a cabo. Dicho control de producción incluirá, al menos, los siguientes aspectos:

- a) control interno de cada uno de los procesos de ferralla,
- b) ensayos e inspecciones para el autocontrol de las armaduras elaboradas o, en su caso, de la ferralla armada,
- c) documento de autocontrol, en el que se recojan por escrito los tipos de comprobaciones, frecuencias de realización y los criterios de aceptación de la producción, y
- d) registro en el que se archiven y documenten todas las comprobaciones efectuadas en el control de producción.

El autocontrol de los procesos, al que se refiere el punto b), incluirá como mínimo las siguientes comprobaciones:

– Validación del proceso de enderezado, mediante la realización de ensayos de tracción determinando R_m , R_e , R_m/R_e , R_e/R_e nom, A_{gt} y A_5 . Se efectuarán dos ensayos mensuales por cada máquina, sobre muestras tomadas antes y después del proceso.

En el caso de emplearse únicamente acero en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, dicha periodicidad, podrá ser de un único ensayo mensual. Se irán alternando consecutivamente los diámetros hasta ensayar la totalidad de los diámetros utilizados por cada máquina, debiéndose cumplir las especificaciones indicadas en el apartado 49.3.2. En el caso de las armaduras fabricadas con productos de acero tipo B500SD en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, que cumplan simultáneamente que la relación $R_m/R_e \geq 1,13$ y que la transformación (diferencia entre antes de enderezado y después de enderezado) de la relación R_m/R_e sea $\leq 0,02$, podrán comprobar según el criterio de Cosenza, que la ductilidad de dicho material es equivalente a la exigida para los productos de acero, para ello se realizará un ensayo de tracción al material enderezado y se comprobará el cumplimiento de la siguiente expresión:

$$A_{gt}^{0,75} \left(\frac{R_m}{R_e} - 1 \right)^{0,9} \geq 0,78$$

Además, se realizará una medición de altura de corruga o profundidad de grafila por cada máquina, sobre muestras tomadas antes y después del proceso. Estas comprobaciones deberán efectuarse diariamente y registrarse por cada máquina enderezadora en funcionamiento.

– Validación del proceso de corte, mediante la realización de determinaciones dimensionales sobre armaduras una vez cortadas. Se efectuará al menos una medida diaria, correspondiente a cada máquina, en el caso de tratarse de corte automático o para cada operador, en el caso de corte manual. Las medidas obtenidas deberán estar dentro de las tolerancias establecidas por el proyecto o, en su defecto, por este Código.

– Validación del proceso de doblado, efectuando al menos una medida diaria sobre cada máquina, mediante la aplicación de plantillas de doblado sobre las armaduras.

– Validación del proceso de soldadura, ya sea resistente o no resistente, mediante el cumplimiento de lo estipulado en cuanto a requisitos de calidad en el apartado 8 de las normas UNE-EN-ISO 17660-1 y UNE-EN-ISO 17660-2.

En el caso de que las armaduras se elaboren en la obra, el constructor deberá efectuar un autocontrol equivalente al definido anteriormente para las instalaciones industriales ajenas a la obra.

4.18.3. Despiece.

En el caso de las ferrallas elaboradas o, en su caso, de la ferralla armada conforme a lo indicado en el apartado 35.3, se prepararán unas planillas de despiece de armaduras de acuerdo con los planos del proyecto, firmadas por la persona física responsable del mismo en la instalación de ferralla, deberán reflejar la geometría y características específicas de cada una de las diferentes formas, con indicación de la cantidad total de armaduras iguales a fabricar, así como la identificación de los elementos a los que están destinadas.

En ningún caso, las formas de despiece podrán suponer una disminución de las secciones de armadura establecidas en el proyecto.

En el caso de que el proyecto defina una distribución de formas específica, el despiece desarrollado en la instalación de ferralla deberá respetarla, salvo que la dirección facultativa o, en su caso la entidad de control de calidad, autorice por escrito otra disposición alternativa de formas de armado.

En otros casos, la instalación de ferralla podrá definir el despiece que considere más adecuado, cumpliendo lo establecido en el proyecto. El despiece será presentado previamente a la dirección facultativa que, en su caso, podrá modificarlo en un plazo que se acordará al inicio de la obra y que se recomienda que no sea superior a una semana.

Debe evitarse el empleo simultáneo de aceros con diferente designación. No obstante, cuando no exista peligro de confusión, podrán utilizarse en un mismo elemento dos tipos diferentes de acero para las armaduras pasivas: uno para la armadura principal y otro para los estribos.

En el caso de vigas y elementos análogos sometidos a flexión, las barras que se doblen deberán ir convenientemente envueltas por cercos o estribos en la zona del codo. Esta disposición es siempre recomendable, cualquiera que sea el elemento de que se trate. En estas zonas, cuando se doblen simultáneamente muchas barras, resulta aconsejable aumentar el diámetro de los estribos o disminuir su separación.

4.18.4. Enderezado

Cuando se utilicen productos de acero suministrados en rollo, deberá procederse a su enderezado al objeto de proporcionarle una alineación recta. Para ello, se emplearán máquinas fabricadas específicamente para este propósito y que cumplan lo indicado en el apartado 49.2.2. Como consecuencia del proceso de enderezado, la máxima variación que se produzca para la deformación bajo carga máxima deberá ser inferior al 2,5%. Considerando que los resultados pueden verse afectados por el método de preparación de la muestra para su ensayo, que deberá hacerse conforme a lo indicado en el Anejo 11, pueden aceptarse procesos que presenten variaciones de ϵ_{\max} que sean superiores al valor indicado en un 0,5 %, siempre que se cumplan los valores de especificación de la armadura recogidos en el artículo 35. Además, la altura de corruga resultante después del proceso de enderezado, se mantendrá en el intervalo de 0.03d a 0.15d.

4.18.5. Corte.

Las barras, alambres y mallas empleados para la elaboración de las armaduras se cortarán ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto, mediante procedimientos manuales (cizalla, etc.) o maquinaria específica de corte automático. El proceso de corte no deberá alterar las características geométricas o mecánicas de los productos de acero empleados.

4.18.6. Doblado.

Las armaduras pasivas se doblarán previamente a su colocación en los encofrados y ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto. Esta operación se realizará a temperatura ambiente, mediante dobladoras mecánicas, con velocidad constante, y con la ayuda de mandriles, de modo que la curvatura sea constante

en toda la zona. Excepcionalmente, en el caso de barras parcialmente hormigonadas, podrá admitirse el doblado en obra por procedimientos manuales.

No se admitirá el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro, salvo cuando esta operación pueda realizarse sin daño, inmediato o futuro, para la barra correspondiente. Asimismo, no debe doblarse un número elevado de barras en una misma sección de la pieza, con objeto de no crear una concentración de tensiones en el hormigón que pudiera llegar a ser peligrosa.

Si resultase imprescindible realizar desdoblados en obra, como por ejemplo en el caso de algunas armaduras en espera, éstos se realizarán de acuerdo con procesos o criterios de ejecución contrastados, debiéndose comprobar que no se han producido fisuras o fracturas en las mismas. En caso contrario, se procederá a la sustitución de los elementos dañados. Si la operación de desdoblado se realizase en caliente, deberá ser con un procedimiento aprobado por la dirección facultativa, adoptando adicionalmente las medidas adecuadas para no dañar el hormigón con las altas temperaturas.

El diámetro mínimo de doblado de una barra ha de ser tal que evite compresiones excesivas y hendimiento del hormigón en la zona de curvatura de la barra, debiendo evitarse fracturas en la misma originadas por dicha curvatura. Para ello, salvo indicación en contrario del proyecto, se realizará con mandriles de diámetro no inferior a los indicados en la tabla 49.3.4.

Acero	Ganchos, patillas y gancho en U (ver figura 49.5.1.1)		Barras dobladas y otras barras curvadas	
	Diámetro de la barra en mm		Diámetro de la barra en mm	
	$\varnothing < 20$	$\varnothing \geq 20$	$\varnothing \leq 25$	$\varnothing > 25$
B 400 S B400SD	4 \varnothing	7 \varnothing	10 \varnothing	12 \varnothing
B 500 S B 500 SD	4 \varnothing	7 \varnothing	12 \varnothing	14 \varnothing

Tabla 106: Diámetro mínimo de los mandriles.
Fuente: Tabla 49.3.4 del código Estructural.

Los cercos o estribos de diámetro igual o inferior a 12 mm podrán doblarse con diámetros inferiores a los anteriormente indicados con tal de que ello no origine en dichos elementos un principio de fisuración. Para evitar esta fisuración, el diámetro empleado no deberá ser inferior a 3 veces el diámetro de la barra, ni a 3 centímetros. En el caso de las mallas electrosoldadas rigen también las limitaciones anteriores siempre que el doblado se efectúe a una distancia igual o superior a cuatro diámetros contados a partir del nudo, o soldadura, más próximo. En caso contrario el diámetro mínimo de doblado no podrá ser inferior a 20 veces el diámetro de la armadura.

4.18.7. Armado de la ferralla.

4.18.7.1. Distancia entre barras de armaduras pasivas.

El armado de la ferralla será conforme a las geometrías definidas para la misma en el proyecto, disponiendo armaduras que permitan un correcto hormigonado de la pieza de manera que todas las barras o grupos de barras queden perfectamente envueltas por el hormigón, y teniendo en cuenta, en su caso, las limitaciones que pueda imponer el empleo de vibradores internos.

Cuando las barras se coloquen en capas horizontales separadas, las barras de cada capa deberán situarse verticalmente una sobre otra, de manera que el espacio entre las columnas de barras resultantes permita el paso de un vibrador interno.

Las prescripciones que siguen son aplicables a las obras ordinarias hormigonadas in situ. Cuando se trate de obras provisionales, o en los casos especiales de ejecución (por ejemplo, elementos prefabricados), se podrá valorar, en función de las circunstancias que concurren en cada caso, la disminución de las distancias mínimas que se indican en los apartados siguientes previa justificación especial.

Barras aisladas.

La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas, salvo lo indicado en el apartado 49.4.1, será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes: – 20 milímetros; – el diámetro de la mayor; – 1,25 veces el tamaño máximo del árido.

Grupos de barras.

Se llama grupo de barras a dos o más barras corrugadas puestas en contacto longitudinalmente.

Como norma general, se podrán colocar grupos de hasta tres barras como armadura principal. Cuando se trate de piezas comprimidas, hormigonadas en posición vertical, y cuyas dimensiones sean tales que no hagan necesario disponer empalmes en las armaduras, podrán colocarse grupos de hasta cuatro barras.

En los grupos de barras, para determinar las magnitudes de los recubrimientos y las distancias libres a las armaduras vecinas, se considerará como diámetro de cada grupo el de la sección circular de área equivalente a la suma de las áreas de las barras que lo constituyan. Los recubrimientos y distancias libres se medirán a partir del contorno real del grupo.

En los grupos, el número de barras y su diámetro serán tales que el diámetro equivalente del grupo, definido en la forma indicada en el párrafo anterior, no sea mayor que 50 mm, salvo en piezas comprimidas que se hormigonen en posición vertical en las que podrá elevarse a 70 mm la limitación anterior. En las zonas de solapo el número máximo de barras en contacto en la zona del empalme será de cuatro.

4.18.7.2. Operaciones de prearmado.

En ocasiones puede ser adecuado el uso de sistemas que faciliten el armado posterior de la ferralla, como por ejemplo, mediante la disposición adicional de barras o alambres auxiliares para posibilitar la disposición automática de estribos. En ningún caso dicho elementos adicionales (barras, alambres, etc.) podrán tenerse en cuenta como sección de armadura. Además, dichos elementos adicionales deberán cumplir las especificaciones establecidas en este Código para los recubrimientos mínimos, al objeto de evitar posteriores problemas de corrosión de los propios elementos auxiliares.

4.18.7.3. Operaciones de armado

Consideraciones generales:

El armado de la ferralla puede realizarse en instalación industrial ajena a la obra o como parte del montaje de la armadura en la propia obra y se efectuará mediante procedimientos de atado con alambre o por aplicación de soldadura no resistente.

En cualquier caso, debe garantizarse el mantenimiento del armado durante las operaciones normales de su montaje en los encofrados así como durante el vertido y compactación del hormigón. En el caso de ferralla armada en una instalación ajena a la obra, deberá garantizarse también el mantenimiento de su armado durante su transporte hasta la obra.

El atado se realizará con alambre de acero mediante herramientas manuales o atadoras mecánicas. Tanto la soldadura no resistente, como el atado por alambre podrán efectuarse mediante uniones en cruz o por solape.

Con carácter general, las barras de la armadura principal deben pasar por el interior de la armadura de cortante, pudiendo adoptarse otras disposiciones cuando así se justifique convenientemente durante la fase de proyecto.

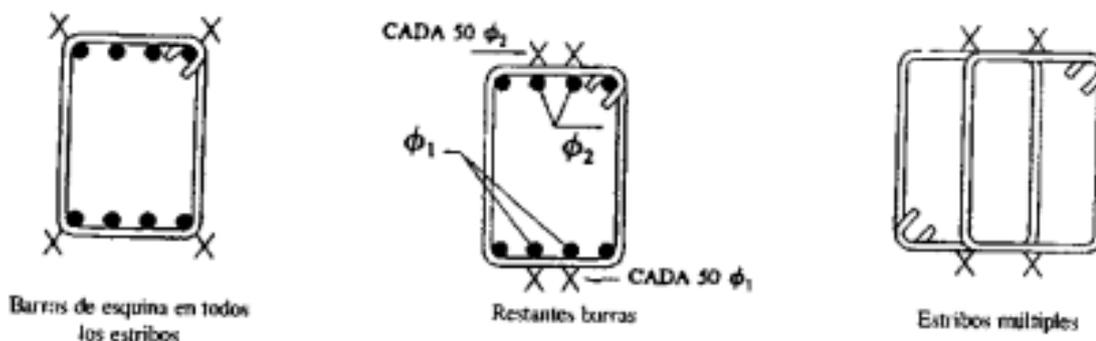
La disposición de los puntos de atado cumplirá las siguientes condiciones en función del tipo de elemento:

a) Losas y placas:

- se atarán todos los cruces de barras en el perímetro de la armadura;
- cuando las barras de la armadura principal tengan un diámetro no superior a 12 mm, se atarán en el resto del panel los cruces de barras de forma alternativa, al tresbolillo. Cuando dicho diámetro sea superior a 12 mm, los cruces atados no deberán distanciarse más de 50 veces el diámetro, disponiéndose uniformemente de forma aleatoria.

b) Pilares y vigas:

- se atarán todos los cruces de esquina de los estribos con la armadura principal;
- cuando se utilice malla electrosoldada doblada formando los estribos o armadura de pre-armado para la disposición automática de estribos, la armadura principal debe atarse en las esquinas a una distancia no superior a 50 veces el diámetro de la armadura principal;
- las barras de armadura principal que no estén ubicadas en las esquinas de los estribos, deben atarse a éstos a distancias no superiores a 50 veces el diámetro de la armadura principal;
- en el caso de estribos múltiples formados por otros estribos simples, deberán atarse entre sí.



c) Muros:

- se atarán las barras en sus intersecciones de forma alternativa, al tresbolillo.

Consideraciones específicas sobre la soldadura no resistente.

La soldadura no resistente podrá efectuarse por alguno de los siguientes procedimientos:

- a) soldadura por arco manual con electrodo revestido,

- b) soldadura semiautomática por arco con protección gaseosa,
- c) soldadura por puntos mediante resistencia eléctrica.

Las características de los electrodos a emplear en los procedimientos a) y b), serán las indicadas en la norma UNE-EN ISO 17660-2. En cualquier caso, los parámetros del proceso deberán establecerse mediante la realización de ensayos previos, que garanticen la no afección de la soldadura a la barra de acero para armadura.

Al ser la soldadura, sea o no resistente, una operación delicada, los operarios que hayan de realizarla deberán acreditar previamente su aptitud, de acuerdo a lo indicado en el apartado 62.4.1.

Para realizar cualquier soldadura sobre una barra de acero para armadura, sea o no resistente, deberán tenerse en cuenta los siguientes criterios: –

- las superficies a soldar deberán estar correctamente preparadas y libres de óxido, humedad, grasa o cualquier tipo de suciedad o material que pudiera afectar a la calidad de la soldadura,
- las barras a unir tendrán que encontrarse a una temperatura superior a 0°C en la zona de soldadura y deberán protegerse, en su caso, para evitar enfriamientos rápidos después de la soldadura, y
- no se realizarán soldaduras bajo condiciones climatológicas adversas tales como lluvia, nieve o con vientos intensos, si no se disponen pantallas, cubiertas o elementos de protección similares. Queda expresamente prohibida la soldadura de armaduras galvanizadas o con recubrimientos epoxídicos.

No podrá utilizarse soldadura no resistente en zonas de fuerte curvatura de las barras ni en zonas de tensiones elevadas, salvo que se cuente con la aprobación expresa del autor del proyecto o, en su defecto, de la dirección facultativa.

Criterios específicos para el anclaje y empalme de las armaduras.

Para certificar las características de adherencia de las barras de armado existen dos posibles vías, cada una de las cuales lleva asociada una metodología de cálculo de las longitudes de anclaje y empalme de las armaduras pasivas:

- Si las características de adherencia de la barra están certificadas a partir del ensayo de la viga, conforme a lo establecido en el apartado 34.2 de este Código, será de aplicación todo lo reseñado a continuación en los subapartados del presente apartado 49.5.
- Si las características de adherencia de las barras se comprueban a partir de la geometría de corrugas o grafilas, conforme a lo establecido en el apartado 34.2 de este Código, será de aplicación, en sustitución de lo reflejado en los subapartados del presente apartado 49.5, lo indicado en los apartados 8.4 a 8.9 del Anejo 19 de este Código.

4.18.8. Anclaje de las armaduras pasivas.

Se describe a continuación el procedimiento de cálculo de la longitud de anclaje para barras que estén en posesión de un certificado de adherencia a partir del ensayo de la viga, según el apartado 34.2. El método basado en la geometría de las corrugas se describe en los apartados 8.4 a 8.6 y 8.8 del Anejo 19. 49.5.1.1

Las longitudes básicas de anclaje (l_b), definidas en el apartado 49.5.1.2, dependen, entre otros factores, de las propiedades de adherencia de las barras y de la posición que estas ocupan en la pieza de hormigón. Atendiendo a la posición que ocupa la barra en la pieza, se distinguen los siguientes casos:

– Posición I, de adherencia buena, para las armaduras que durante el hormigonado forman con la horizontal un ángulo comprendido entre 45° y 90° o que en el caso de formar un ángulo inferior a 45° , están situadas en la mitad inferior de la sección o a una distancia igual o mayor a 30 cm de la cara superior de una capa de hormigonado.

– Posición II, de adherencia deficiente, para las armaduras que, durante el hormigonado, no se encuentran en ninguno de los casos anteriores.

– En el caso de que puedan existir efectos dinámicos, las longitudes de anclaje indicadas en el apartado 49.5.1.2 se aumentarán en 10ϕ . La longitud neta de anclaje definida en los apartados 49.5.1.2 y 49.5.1.4 no podrá adoptar valores inferiores al mayor de los tres siguientes: a) 10ϕ ; b) 150 mm; c) la tercera parte de la longitud básica de anclaje para barras traccionadas y los dos tercios de dicha longitud para barras comprimidas.

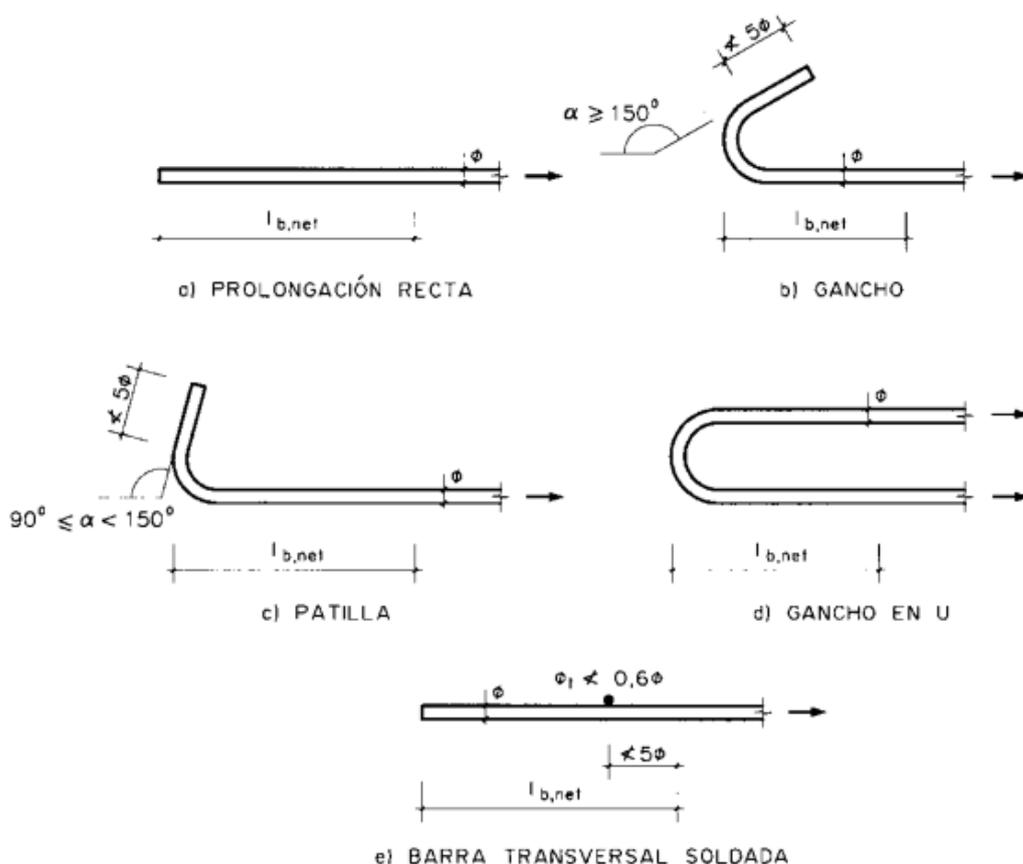


Ilustración 24: Procedimientos normalizados para los anclajes extremos de las barras.
Fuente: Figura 49.5.1.1 del código Estructural.

Los anclajes extremos de las barras podrán hacerse por los procedimientos normalizados indicados en la figura 49.5.1.1, o por cualquier otro procedimiento mecánico garantizado mediante ensayos, que sea capaz de asegurar la transmisión de esfuerzos al hormigón sin peligro para éste. Deberá continuarse hasta los

apoyos al menos un tercio de la armadura necesaria para resistir el máximo momento positivo, en el caso de apoyos extremos de vigas; y al menos un cuarto en los intermedios. Esta armadura se prolongará a partir del eje del aparato de apoyo en una magnitud igual a la correspondiente longitud neta de anclaje.

4.18.8.1. Anclaje de barras corrugadas.

Este apartado se refiere a las barras corrugadas que cumplan con los requisitos reglamentarios que para ella se establecen en el artículo 34.

La longitud básica de anclaje en prolongación recta en posición I, es la necesaria para anclar una fuerza $A_s f_{yd}$ de una barra suponiendo una tensión de adherencia constante τ_{bd} , de tal manera que se satisfaga la siguiente ecuación de equilibrio:

$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot \tau_{bd}}$$

Donde τ_{bd} depende de numerosos factores, entre ellos el diámetro de la armadura, las características resistentes del hormigón y de la propia longitud de anclaje.

La longitud básica de anclaje resultante, obtenida de forma simplificada es:

– Para barras en posición I:

$$l_{bI} = m \phi^2 \leq \frac{f_{yk}}{20} \phi$$

– Para barras en posición II:

$$l_{bII} = 1,4 m \phi^2 \leq \frac{f_{yk}}{14} \phi$$

Donde:

ϕ Diámetro de la barra, en mm.

m Coeficiente numérico, con los valores indicados en la tabla 49.5.1.2.a en función del tipo de acero, obtenido a partir de los resultados experimentales realizados con motivo del ensayo de adherencia de las barras. F

f_{yk} Límite elástico garantizado del acero, en N/mm².

l_{bI} y l_{bII} Longitudes básicas de anclaje en posiciones I y II, respectivamente, en mm.

Resistencia característica del hormigón (N/mm²)	m	
	B 400 S B400SD	B 500 S B 500SD
25	1,2	1,5
30	1,0	1,3
35	0,9	1,2
40	0,8	1,1
45	0,7	1,0
≥50	0,7	1,0

Tabla 107: Coeficiente m.

Fuente: Tabla 49.5.1.2. a del código Estructural.

La longitud neta de anclaje se define como:

$$l_{b,neto} = l_b \beta \frac{\sigma_{sd}}{f_{yd}} \equiv l_b \beta \frac{A_s}{A_{s,real}}$$

Donde:

β Factor de reducción definido en la tabla 49.5.1.2.b.

σ_{sd} Tensión de trabajo de la armadura que se desea anclar, en la hipótesis de carga más desfavorable, en la sección desde la que se determinará la longitud de anclaje.

A_s Armadura necesaria por cálculo en la sección a partir de la cual se ancla la armadura.

$A_{s,real}$ Armadura realmente existente en la sección a partir de la cual se ancla la armadura.

Tipo de anclaje	Tracción	Compresión
Prolongación recta.	- 1	1
Patilla, gancho y gancho en U.	0,7 (*)	1
Barra transversal soldada.	0,7	0,7

Tabla 108: Valores de β .

Fuente: Tabla 49.5.1.2. b del código Estructural.

En cualquier caso, $l_{b,neto}$ no será inferior al valor indicado en el apartado 49.5.1.1

4.18.8.2. Reglas especiales para el caso de grupos de barras.

Siempre que sea posible, los anclajes de las barras de un grupo se harán por prolongación recta. Cuando todas las barras del grupo dejan de ser necesarias en la misma sección, la longitud de anclaje de las barras será como mínimo:

1,3 l_b para grupos de 2 barras;

1,4 l_b para grupos de 3 barras;

1,6 l_b para grupos de 4 barras;

Siendo l_b la longitud de anclaje correspondiente a una barra aislada.

Cuando las barras del grupo dejan de ser necesarias en secciones diferentes, a cada barra se le dará la longitud de anclaje que le corresponda según el siguiente criterio:

- 1,2 l_b si va acompañada de 1 barra en la sección en que deja de ser necesaria;
- 1,3 l_b si va acompañada de 2 barras en la sección en que deja de ser necesaria;
- 1,4 l_b si va acompañada de 3 barras en la sección en que deja de ser necesaria;

teniendo en cuenta que, en ningún caso los extremos finales de las barras pueden distar entre sí menos de la longitud l_b (figura 49.5.1.2).

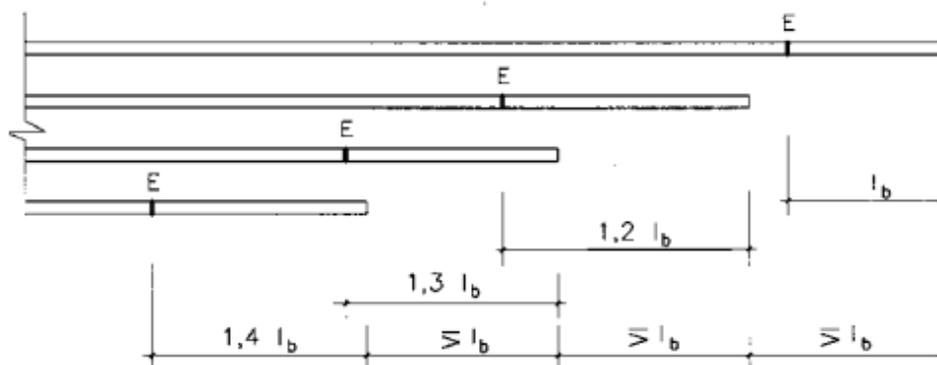


Ilustración 25: Sección en la que deja de ser necesaria la barra
Fuente: Figura 49.5.1.2 del Código Estructural.

4.18.8.3. Anclaje de mallas electrosoldadas.

La longitud neta de anclaje de las mallas corrugadas se determinará de acuerdo con la fórmula:

$$l_{b, \text{neto}} = l_b \beta \frac{\sigma_{sd}}{f_{yd}} \equiv l_b \beta \frac{A_s}{A_{s, \text{neto}}}$$

siendo l_b el valor indicado en las fórmulas dadas en el apartado 49.5.1.2.

Si en la zona de anclaje existe al menos una barra transversal soldada, la longitud neta de anclaje se reducirá en un 30 por 100. En todo caso, la longitud neta de anclaje no será inferior a los valores mínimos indicados en el apartado 49.5.1.2.

4.18.9. Empalme de las armaduras pasivas.

Se aborda en este apartado el empalme de barras que estén en posesión de un certificado de adherencia a partir del ensayo de la viga, según el apartado 34.2. El método basado en la geometría de las corrugas se describe en los apartados 8.7 a 8.9 del Anejo 19.

Los empalmes entre barras deben diseñarse de manera que la transmisión de fuerzas de una barra a la siguiente quede asegurada, sin que se produzcan desconchados o cualquier otro tipo de daño en el hormigón próximo a la zona de empalme.

No se dispondrán más que aquellos empalmes indicados en los planos y los que autorice la dirección facultativa. Se procurará que los empalmes queden alejados de las zonas en las que la armadura trabaje a su máxima carga.

Los empalmes podrán realizarse por solapo o por soldadura. Se admiten también otros tipos de empalme, con tal de que los ensayos con ellos efectuados demuestren que esas uniones poseen permanentemente una resistencia a la rotura no inferior a la de la menor de las 2 barras empalmadas, y que el deslizamiento relativo de las armaduras empalmadas no rebase 0,1 mm, para cargas de servicio (situación poco probable).

Como norma general, los empalmes de las distintas barras en tracción de una pieza, se distanciarán unos de otros de tal modo que sus centros queden separados, en la dirección de las armaduras, una longitud igual o mayor a l_b (figura 49.5.2.1).

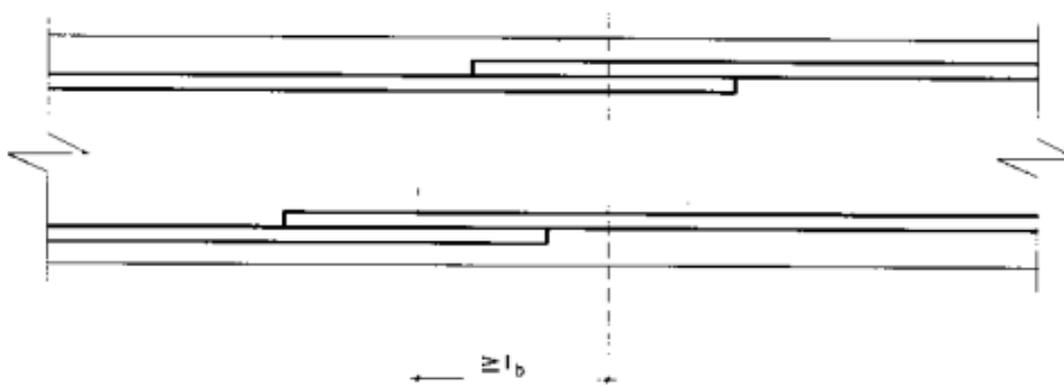


Ilustración 26: Empalmes de las distintas barras en tracción.
Fuente: Figura 49.5.2.1 del Código Estructural.

Empalmes por solapo.

Este tipo de empalmes se realizará colocando las barras una al lado de otra, dejando una separación entre ellas de 4ϕ como máximo. Para armaduras en tracción esta separación no será menor que la prescrita en el apartado 49.4.1.

La longitud de solapo será igual a:

$$l_s = \alpha l_{b,neto}$$

siendo $l_{b,neto}$ el valor de la longitud neta de anclaje definida en el apartado 49.5.1.2, y α el coeficiente definido en la tabla 49.5.2.2, función del porcentaje de armadura solapada en una sección respecto a la sección total de acero de esa misma sección, de la distancia transversal entre empalmes (según se define en la figura 49.5.2.2) y del tipo de esfuerzo de la barra.



Ilustración 27: Distancia transversal entre empalmes.

Fuente: Figura 49.5.2.2 del Código Estructural.

Distancia entre los empalmes más próximos (figura 49.5.2.2)	Porcentaje de barras solapadas trabajando a tracción, con relación a la sección total de acero					Barras solapadas trabajando normalmente a compresión en cualquier porcentaje
	20	25	33	50	>50	
$a \leq 10 \phi$	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	1,0
$a > 10 \phi$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,0

Tabla 109: Valores..

Fuente: Tabla 49.5.2.2 del Código Estructural.

Para barras de diámetro mayor que 32 mm, solo se admitirán los empalmes por solapo si, en cada caso y mediante estudios especiales, se justifica satisfactoriamente su correcto comportamiento. En la zona de solapo deberán disponerse armaduras transversales con sección igual o superior a la sección de la mayor barra solapada.

Empalmes por solapo de grupos de barras.

Para el empalme por solapo de un grupo de barras, se añadirá una barra suplementaria en toda la zona afectada por los empalmes de diámetro igual al mayor de las que forman el grupo. Cada barra se colocará enfrentada a tope a aquélla que va a empalmar. La separación entre los distintos empalmes y la prolongación de la barra suplementaria será de $1,2 l_b$ o $1,3 l_b$ según sean grupos de dos o tres barras (figura 49.5.2.3).

Se prohíbe el empalme por solapo en los grupos de cuatro barras.

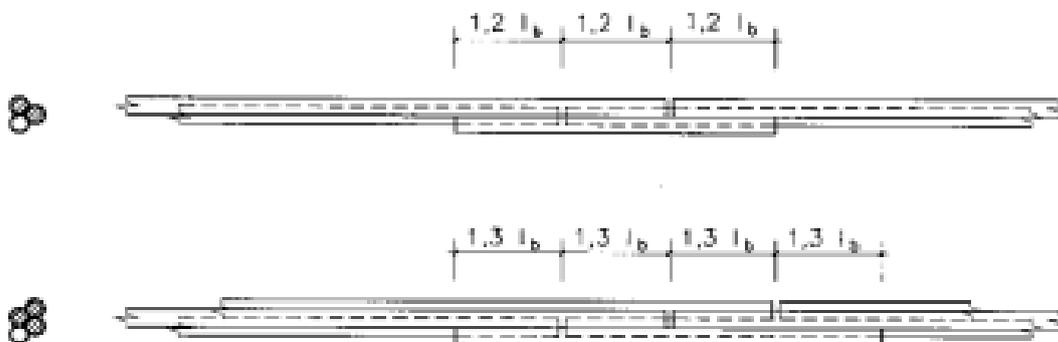


Ilustración 28: Empalmes por solapo de grupos de barras.

Fuente: Figura 49.5.2.3 del Código Estructural.

Empalmes por solapo de mallas electrosoldadas.

Se consideran dos posiciones de solapo, según la disposición de las mallas: acopladas (figura 49.5.2.4.a) y superpuestas o en capas (figuras 49.5.2.4.b y 49.5.2.4.c).

a) Solapo de mallas acopladas: La longitud del solapo será $\alpha l_{b,neta}$, siendo $l_{b,neta}$ el valor dado en el apartado 49.5.1.4 y α el coeficiente indicado en la tabla 49.5.2.2. Para cargas predominantemente estáticas, se permite el solapo del 100 por 100 de la armadura en la misma sección. Para cargas dinámicas solo se permite el solapo del 100 por 100, si toda la armadura está dispuesta en una capa; y del 50 por 100 en caso contrario. En este último caso, los solapos se distanciarán entre sí la longitud $l_{b,neta}$.

b) Solapo de mallas superpuestas: La longitud del solapo será de $1,7 l b$ cuando la separación entre elementos solapados sea superior a 10ϕ , aumentando a $2,4 l b$ cuando dicha separación sea inferior a 10ϕ .

En todos los casos, la longitud mínima del solapo no será inferior al mayor de los siguientes valores:

- a) 15ϕ .
- b) 200 mm.

Se procurará situar los solapos en zonas donde las tensiones de la armadura no superen el 80 por 100 de las máximas posibles. La proporción de elementos que pueden ser solapados será del 100 por 100 si se dispone una sola capa de mallas, y del 60 por 100 si se disponen varias capas. En este caso, la distancia mínima entre solapos deberá ser de $1,5l b$. Con barras dobles de $\phi > 8,5$ mm, solo se permite solapar, como máximo, el 60 por 100 de la armadura.

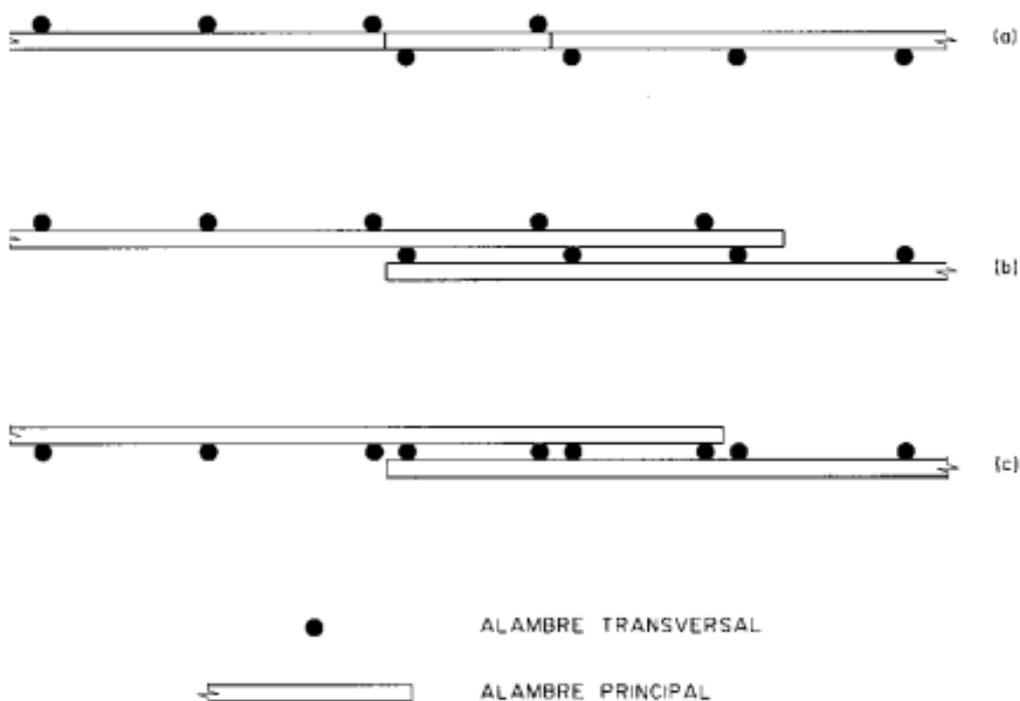


Ilustración 29: Posiciones de solapo según la disposición de las mallas.
Fuente: Figura 49.5.2.3 del Código Estructural.

Empalmes por soldadura resistente.

Los empalmes por soldadura resistente deberán realizarse de acuerdo con los procedimientos de soldadura descritos en la norma UNE-EN ISO 17660-1, es decir:

- a) soldadura por arco manual con electrodo revestido,
- b) soldadura semiautomática por arco con protección gaseosa.

Las características geométricas de las uniones por solape quedan definidas en el apartado 6.3 de dicha norma UNE-EN ISO 17660-1. Los operarios que hayan de realizarlas deberán acreditar previamente su aptitud, de acuerdo a lo indicado en el apartado 62.4.1. Serán de aplicación general los criterios indicados para la soldadura no resistente en el apartado 49.4.3.2., es decir:

- las superficies a soldar deberán estar correctamente preparadas y libres de óxido, humedad, grasa o cualquier tipo de suciedad o material que pudiera afectar a la calidad de la soldadura,
- las barras a unir tendrán que encontrarse a una temperatura superior a 0 °C en la zona de soldadura y deberán protegerse, en su caso, para evitar enfriamientos rápidos después de la soldadura, y
- no se realizarán soldaduras bajo condiciones climatológicas adversas tales como lluvia, nieve o con vientos intensos, si no se disponen pantallas, cubiertas o elementos de protección similares. Queda expresamente prohibida la soldadura de armaduras galvanizadas o con recubrimientos epoxídicos.

Adicionalmente, no podrán disponerse empalmes por soldadura en los tramos de fuerte curvatura del trazado de las armaduras. Las soldaduras a tope de barras de distinto diámetro podrán realizarse siempre que la diferencia entre diámetros sea inferior a 3 milímetros.

Empalmes mecánicos.

Los empalmes realizados mediante dispositivos mecánicos de unión deberán realizarse de acuerdo con las especificaciones del proyecto y los procedimientos indicados por los fabricantes.

Los requisitos exigibles a estos tipos de unión tienen como objetivo garantizar que el comportamiento de la zona de empalme, tanto en servicio como en agotamiento, sea similar a la del que tendría aisladamente cada una de las barras unidas.

A este respecto se exige que los dispositivos de empalme:

- tengan, al menos, la misma capacidad resistente que la menor de las barras que se empalman,
- no presenten un desplazamiento relativo mayor que 0,1 mm bajo la tensión de servicio,
- unan barras del mismo diámetro o, en su defecto, de diámetros consecutivos en la serie de diámetros y siempre que la diferencia entre los diámetros de las barras empalmadas sea menor o igual que 5 mm,
- después de aplicar una tracción en las barras correspondiente al 60 % de la carga unitaria de rotura garantizada de la barra más fina, el alargamiento residual del dispositivo de empalme deberá ser menor o igual que 0,1 mm.

En este tipo de uniones no se exige añadir armadura transversal suplementaria ni aumentar los recubrimientos (aunque a estos últimos efectos se tomará como diámetro de la armadura el del empalme o manguito), ya que no se somete al hormigón a sollicitaciones adicionales. Por ello, se permite concentrar la totalidad de estos empalmes en una misma sección, siempre que no afecte a la colocación del hormigón.

4.18.10. Suministro de ferralla (elaborada y armada).

La ferralla elaborada y, en su caso, la ferralla armada, deberán suministrarse exentas de pintura, grasa o cualquier otra sustancia nociva que pueda afectar negativamente al acero, al hormigón o a la adherencia entre ambos.

Se suministrarán a la obra acompañadas de las correspondientes etiquetas que permitan la identificación inequívoca de la trazabilidad, de sus características y de la identificación del elemento al que están destinadas, de acuerdo con el despiece al que hace referencia el apartado 49.3.1.

Además, deberán ir acompañadas de la documentación a la que se hace referencia en el artículo 59 de este Código.

4.18.11. Transporte y almacenamiento.

Tanto durante su transporte como durante su almacenamiento las armaduras elaboradas, la ferralla armada o, en su caso, las barras o los rollos de acero corrugado, deberán protegerse adecuadamente contra la lluvia, la humedad del suelo y de la eventual agresividad de la atmósfera ambiente. Hasta el momento de su elaboración, armado o montaje se conservarán debidamente clasificadas para garantizar la necesaria trazabilidad.

4.18.12. Montaje de las armaduras.

La ferralla armada se montará en obra exenta de pintura, grasa o cualquier otra sustancia nociva que pueda afectar negativamente al acero, al hormigón o a la adherencia entre ambos.

No deberá emplearse cualquier acero que presente picaduras o un nivel de oxidación excesivo que pueda afectar a sus condiciones de adherencia. Se comprobará que estas no se han visto significativamente alteradas. Para ello, se procederá a un cepillado mediante cepillo de púas de alambre y se comprobará que la pérdida de peso de la armadura no excede del 1% y que las condiciones de adherencia se encuentran dentro de los límites prescritos en el apartado 34.2.

Las armaduras se asegurarán en el interior de los encofrados o moldes contra todo tipo de desplazamiento, comprobándose su posición antes de proceder al hormigonado.

Los cercos de pilares o estribos de las vigas se sujetarán a las barras principales mediante simple atado u otro procedimiento idóneo, prohibiéndose expresamente la fijación mediante puntos de soldadura cuando la ferralla ya esté situada en el interior de los moldes o encofrados.

4.18.12.1. Disposición de separadores.

La posición especificada para las armaduras pasivas y, en especial, los recubrimientos nominales indicados en el apartado 43.4.1, deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos (separadores o calzos) colocados en obra. Estos elementos cumplirán lo dispuesto en el apartado 43.4.2, debiéndose disponer de acuerdo con las prescripciones de la tabla 49.8.2.

Elemento		Distancia máxima
Elementos superficiales horizontales (losas, forjados, zapatas y losas de cimentación, etc.).	Emparrillado inferior.	50 ϕ \leq 100 cm
	Emparrillado superior.	50 ϕ \leq 50 cm

Elemento		Distancia máxima
Muros.	Cada emparrillado.	50 ø o 50 cm
	Separación entre emparrillados.	100 cm
Vigas ¹⁾ .		100 cm
Soportes ¹⁾ .		100 ø ≤ 200 cm

¹⁾ Se dispondrán, al menos, tres planos de separadores por vano, en el caso de las vigas, y por tramo, en el caso de los soportes, acoplados a los cercos o estribos.

ø Diámetro de la armadura a la que se acople el separador.

Tabla 110: Disposición de los separadores.
Fuente: Tabla 49.8.2 del Código Estructural.

4.19. Prefabricados de hormigón

4.19.1. Transporte

Además de las exigencias derivadas de la reglamentación vigente en materia de transporte, en el caso de los elementos prefabricados se deberá tener en cuenta, como mínimos, las siguientes condiciones:

- El apoyo sobre las cajas del camión no deberá introducir esfuerzos sobre los mismos.
- 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.

4.19.2. Acopio en obra

En su caso, se procurará que las zonas de acopios sean lugares suficientemente grandes para que permita la gestión adecuada de los mismos sin perder la necesaria trazabilidad, a la vez que sean posibles las maniobras de camiones o grúas, en su caso.

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.

4.19.3. Montaje

El montaje de los elementos prefabricados deberá ser conforme con lo establecido en el proyecto y, en particular, con lo indicado en los planos y detalles de los esquemas de montaje, con la secuencia de operaciones del programa de ejecución, así como con las instrucciones de montaje que suministre el fabricante de producto prefabricado, que contendrán como mínimo:

- planos de instalación consistentes en plantas y secciones con la posición y las conexiones de los productos en las obras terminadas,
- datos de instalación con las propiedades requeridas in situ del material, cuando sea necesario,
- instrucciones de instalación con los datos necesarios para el manejo, almacenaje, ajuste, conexión y trabajos de finalización.

En función del tipo de elemento prefabricado, puede ser necesario que el montaje sea efectuado por personal especializado y con la debida formación.

4.19.4. Control de calidad

Las desviaciones máximas de montaje de los elementos prefabricados son las indicadas en el apartado 5.4.3 del Anejo 14 del Código Estructural y se indican a continuación:

- Desviaciones respecto a la vertical: Siendo H la altura del punto considerado respecto al plano horizontal que se tome como referencia.

1) Líneas y superficies en general (Δ en mm para H en m):

$H \leq 6$ m $\Delta = \pm 24$ mm

$6 \text{ m} < H \leq 30$ m $\Delta = \pm 24$ mm, no mayor de ± 50 mm.

$H > 30$ m $\Delta = \pm 5H/3$ mm, no mayor de ± 150 mm.

2) Arista exterior de pilares de esquina vistos, y juntas verticales de dilatación vistas (Δ en mm para H en m)

$H \leq 6$ m $\Delta = \pm 12$ mm

$6 \text{ m} < H \leq 30$ m $\Delta = \pm 2H$, no mayor de ± 24 mm.

$H > 30$ m $\Delta = \pm 4H/5$ mm, no mayor de ± 80 mm.

- Desviaciones laterales: $\Delta = \pm 24$ mm

- Desviación de nivel entre bordes de caras superiores de piezas adyacentes

1) Si llevan losa superior ± 16 mm e-

2) Si no llevan losa superior ± 6 mm

4.20. Bandas para la estanqueidad de las 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”:

4.21. 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.

4.21.1. 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 0 °C 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.

4.21.2. 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 coqueas, 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 °C.

Tiempo mínimo entre capas

Recomendable esperar 24 horas.

Herramientas de aplicación

Rodillo, brocha o cepillo.

4.22. Tuberías y accesorios

4.22.1. Manipulación, carga y descarga

Para la manipulación de los tubos se cuidará el apoyo de los mismos sobre los elementos de transporte (carretillas elevadoras, camiones, dumper, etc.) colocando siempre entre el tubo y su apoyo elementos adecuados que amortigüen el contacto.

Durante las operaciones de carga y descarga, deben evitarse los impactos de los distintos componentes entre sí y con el resto de los elementos, y depositar los tubos en el suelo sin dejarlos caer.

En general, las operaciones de carga y descarga de los tubos habrá que realizarlas mediante equipos mecánicos.

La carga de tuberías y accesorios se realiza de la siguiente manera:

- Unitaria para piezas especiales.
- En función del DN y anchura del camión, desde un tubo a varios.

Durante las operaciones de descarga, el uso de cuerdas de guía atadas a los tubos o a los embalajes facilita el control manual del material durante su elevación y posterior manipulación. También se pueden utilizar barras en los casos en que se requieran varios puntos de anclaje. 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:

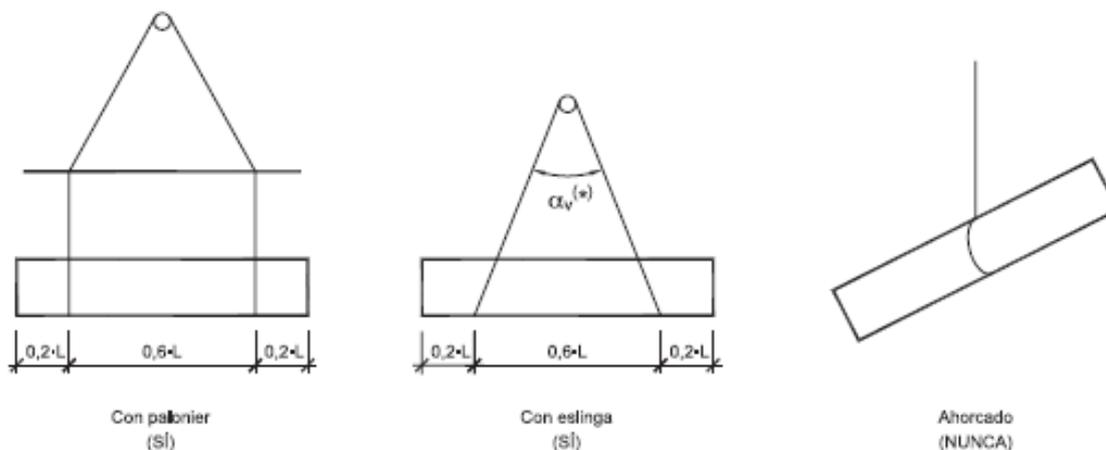
- Eslingas flexibles, de lona o poliéster con una anchura mínima de 10 cm y con la posibilidad de tirar tanto en “ramal doble” como en “lazada” (tener en cuenta las cargas máximas utilizables en cada caso).
- Cuerdas flexibles de nylon con un diámetro mínimo de 30 mm.
- Si se levantaran los tubos con cables y/o cadenas de acero, estos deberán estar forrados de goma, plástico o cualquier otro material elástico, para evitar roces innecesarios.
- Los procedimientos de elevación y manipulación a base de ventosas son sistemas ideales para tuberías de PRFV.

La finalidad de los sistemas anteriores es evitar que los tubos se caigan, colisionen o reciban golpes, en especial en sus extremos.

En el caso de que en el transporte se utilicen apoyos de madera para la separación y asiento de las tuberías, nunca deben usarse para levantarlos.

Las piezas prefabricadas formadas por varias secciones necesitan siempre de dos puntos de elevación.

En la manipulación de tubos sueltos nunca se suspenderá el tubo por un extremo ni se descargará por lanzamiento. El uso de dos puntos de sujeción situados según la siguiente ilustración facilita el control del tubo en proceso de descarga, no se elevará el tubo por un único punto (ahorcado). No se debe izar ningún tubo colocando ganchos en sus extremos o pasando una cuerda, cadena o cable por el interior del tubo de extremo a extremo.



(*) Para el ángulo de carga de las eslingas se deberán tener en cuenta las condiciones de seguridad del fabricante de las mismas

Ilustración 30: Izado de tubos.

Fuente: Figura 33 de la Guía técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del CEDEX.

Las cargas unificadas se pueden manipular utilizando un par de eslingas, tal como muestra la siguiente figura. Los tubos que no estén embalados de forma unificada en un solo fajo no deben ser izados en conjunto. Los tubos que lleguen a la obra sin un embalaje unificado se deben descargar y manipular por separado (de uno en uno).

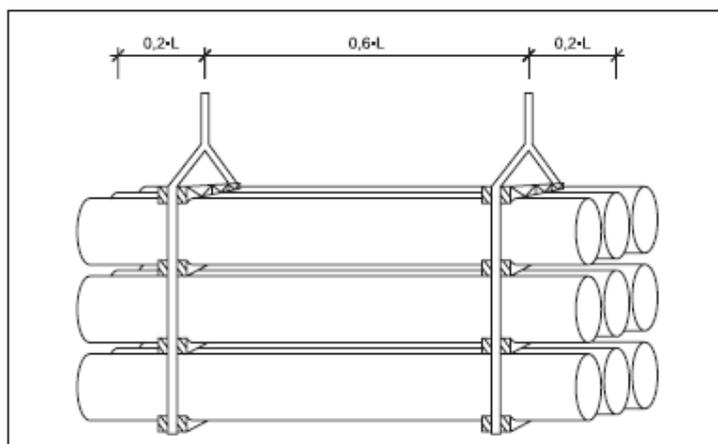


Ilustración 31: Izado de una carga unificada.

Fuente: Figura 33 de la Guía técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del CEDEX.

La descarga de los tubos y los accesorios se hará en la medida de lo posible cerca del lugar donde vayan a ser colocados. Al hacerlo de este modo, se debe tener presente las siguientes precauciones:

1. Descargar los tubos tan próximos a la zanja como sea posible para evitar así costosos acarreos y repetidas manipulaciones posteriores, evitando que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.
2. Si la zanja no estuviera abierta en el momento de la descarga de los tubos, éstos deberán colocarse, siempre que sea posible, en el lado opuesto a aquél en que se piensen depositar los productos de la excavación, de tal forma que queden protegidos del tránsito de vehículos, etc.
3. En el caso de que la zanja sí esté abierta en el momento de la descarga, los tubos deberán colocarse al lado opuesto del vertido de las tierras procedentes de la excavación, de modo que se puedan trasladar fácilmente al borde de la zanja para descenderlos a su posición.

No será admisible la rodadura o el arrastre de los tubos sobre el terreno, especialmente si los tubos tienen revestimientos exteriores. En el caso de que en circunstancias especiales y bajo expreso consentimiento de la Dirección de Obra se admita la rodadura, ésta deberá realizarse sólo sobre superficies preparadas a tal efecto de forma que no se ocasionen desperfectos en el tubo.

4.22.2. Transporte a obra

El transporte a obra de cualquier tipo de tubería y accesorio se realizará conforme las vigentes normas de seguridad vial y tráfico, 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 o elementos elásticos.

La altura máxima de apilamiento recomendable es de 2,5 metros aproximadamente. Se deben atar los tubos al vehículo sobre los puntos de soporte usando flejes flexibles o cuerdas. Nunca se deben utilizar cables de acero o cadenas sin la adecuada protección que pueda impedir la abrasión de los tubos. No se admiten abultamientos, zonas planas y otros cambios bruscos de la curvatura de la pared del tubo.

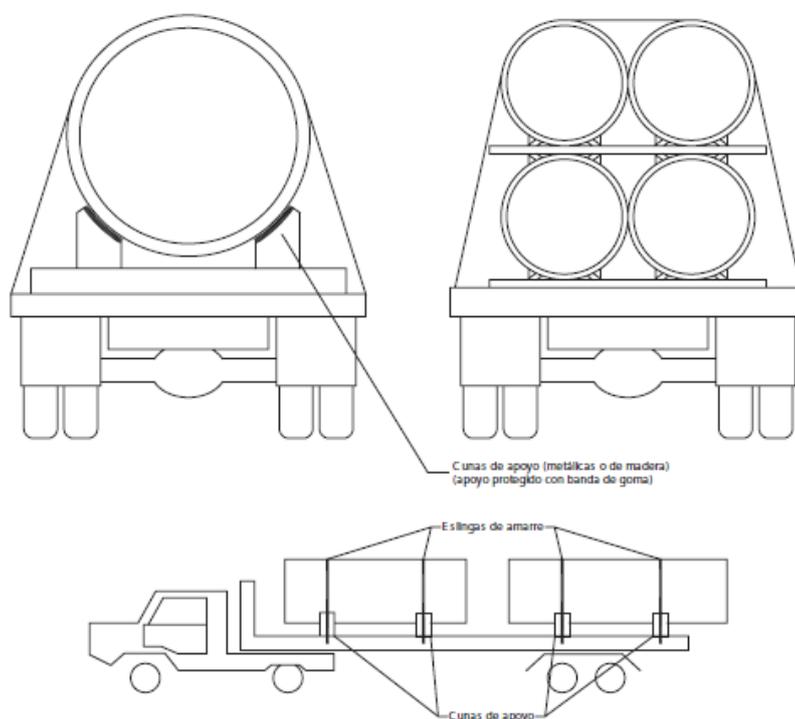


Ilustración 32: Transporte de tubos.

Fuente: Figura 33 de la Guía técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del CEDEX.

No se realizará en ningún momento el transporte de tubos de forma anidada, debido a las dificultades que conlleva su manipulación y al riesgo de sufrir daños los tubos así transportados.

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.

Además de las consideraciones anteriores para el transporte de los tubos de PRFV se tendrá en cuenta lo indicado a continuación:

- Los tubos son sensibles a los impactos y, por lo tanto, deben ser adecuadamente protegidos.
- La deformación que se puede generar por excesivo apriete en el amarre al vehículo de transporte o por peso, en caso de acopio en pilas de varias alturas, puede causar daños al revestimiento interno (liner). Por lo tanto, en caso de tubos con baja o muy baja rigidez ($SN \leq 2500$), el número de cunas de madera se debe aumentar y se debe estudiar la altura de apilamiento de los tubos.
- Los extremos mecanizados para manguitos de acoplamiento se deberán proteger de la suciedad y los daños debidos a choques.

Las válvulas se enviarán 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 es recomendable que se envíen con el elemento de cierre en posición abierto, si el asiento es elástico, o cerrado si se trata de metal. En las de mariposa el obturador debe ir en posición ligeramente abierta. Todas las válvulas deben ser embaladas de forma 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 de no dañar los mecanismos de accionamiento manual o mecánico que la válvula pueda llevar.

4.22.3. Inspección y recepción

Se revisarán todos los tubos y accesorios en el lugar de descarga para asegurarse de que no hayan sufrido daño alguno durante el transporte.

Asimismo, es recomendable volver a inspeccionar cada tubo y accesorio inmediatamente antes de proceder a su instalación, si bien ello depende del tiempo que lleve almacenado, la manipulación a la que haya sido sometido en la obra y otros factores que puedan influir en la integridad del mismo.

En todo caso, al revisar la carga se debe proceder de la siguiente manera:

1. Hacer una inspección global de la carga. Si está intacta, por lo general basta con una revisión ordinaria en el momento de la descarga para asegurarse de que los tubos y accesorios han llegado a destino en buenas condiciones. Si la carga se ha movido o hay indicios de que ha sido maltratada, entonces es necesario revisar cuidadosamente cada tubo y accesorio para detectar los posibles daños.
2. Contrastar la cantidad recibida de cada tipo de tubo y accesorio con la que figura en el albarán de entrega.
3. Anotar en el albarán cualquier pérdida o daño ocasionado durante el transporte y pedir al transportista que firme su copia del albarán. Acto seguido, proceder a realizar la reclamación contra el transportista según sus indicaciones.
4. Si se detecta algún desperfecto o daño en un tubo o accesorio, separar el tubo y/o accesorio afectado del resto del lote y ponerse en contacto con el proveedor.

“A priori” no se debe utilizar ningún tubo y/o accesorio dañado o defectuoso.

4.22.4. Almacenamiento

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, la altura máxima recomendable de apilamiento es de 1,80 m, no debiendo, en ningún caso, excederse alturas de 3 metros. En la siguiente tabla se indican unos valores recomendados para las alturas máximas de apilamiento.

DN	PRFV	PVC	PE
100	5	12	10
200	5	7	6
300	5	4	4
400	5	3	3
500	4	2	3
600	3	2	3
700	3	2	3
800	2	1	3
900	2	1	2
1.000	2	1	2
1.100	2	-	2
1.200	2	-	2
1.400	1	-	2
>1.500	1	-	1

Tabla 111: Alturas máximas de apilamiento de tubos.

Fuente: Tabla 98 de la Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión del CEDEX.

Siempre que sea posible, se dejarán los tubos en su embalaje original.

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.

Los tubos de PVC y de PE no estarán en ningún caso en contacto con combustibles y disolventes, estarán protegidos de la luz solar y de que su superficie no alcance temperaturas superiores a 45 ó 50 °C.

Todos los tubos de PVC 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

Las tuberías de PRFV se almacenarán con los extremos del tubo levantados del suelo, para evitar que arena, lodo o cualquier tipo de suciedad pueda afectar a los acoplamientos de manguito, las juntas elastoméricas y la parte mecanizada que se ha de enchufar.

Los tubos y accesorios, permanecerán siempre que sea posible, protegidos de la exposición al sol continuada, no aceptando la Dirección de Obra la colocación de ningún tubo y/o accesorio que presente decoloración, con respecto al patrón original de color correspondiente.

Los tubos de PRFV se podrán acopiar al aire libre por un período máximo de un año sin pérdida de propiedades causada por degradación de la radiación ultravioleta (UV), aunque siempre es conveniente que se protejan con algún tipo de lona que aminore las radiaciones del sol.

Los tubos se deberán de almacenar de forma que se cumpla el sistema de rotación basado en el principio de que “el más antiguo salga el primero”.

En el caso de que las juntas de los tubos se suministren aparte, su acopio se realizará en locales cerrados y se tendrán en cuenta las siguientes precauciones:

- Las juntas se mantendrán limpias y no se expondrán a la intemperie hasta el momento de su utilización.
- La temperatura de almacenamiento estará comprendida entre 10 y 25 °C.
- Los anillos elastoméricos se protegerán de la luz, en especial de la radiación solar directa y de las radiaciones artificiales con un elevado porcentaje de ultravioletas, y se almacenarán en contenedores opacos.
- Estos anillos también se protegerán del aire en circulación, envolviéndolos y almacenándolos en envases cerrados.
- Las juntas no se almacenarán en locales con equipos capaces de generar ozono como, por ejemplo, lámparas de vapor de mercurio, material eléctrico de alta tensión u otro tipo de equipos que puedan producir chispas o descargas eléctricas silenciosas. También deberán protegerse de los gases de combustión y los vapores orgánicos, ya que pueden producir ozono por vía fotoquímica.
- Las juntas se almacenarán libres de tensión, compresión u otra deformación. Por ejemplo, no deberán estar suspendidas por ninguna parte de su circunferencia.
- No estarán en contacto con materiales líquidos o semisólidos, en especial disolventes, aceites y grasas, ni con metales u otras sustancias perjudiciales.

Los lubricantes a utilizar deberán ser siempre recomendado o validado por el fabricante de la tubería (grasa especial, jabón neutro, etc.). No se deben usar lubricantes derivados del petróleo, ya que podrían perjudicar las juntas de los manguitos. Se debe almacenar con cuidado para evitar que se dañe el embalaje y los contenedores a medio usar se deben cerrar de nuevo para evitar cualquier contaminación del lubricante.

Si durante la instalación de los tubos y/o accesorios con juntas elastoméricas las temperaturas descienden por debajo de los 5 °C, se deberán proteger las juntas y los lubricantes hasta el momento de ser utilizados.

4.22.5. 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 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 ml 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 hasta 10 cm por encima de la generatriz superior del tubo y con material ordinario el resto de la zanja conforme lo indicado en los perfiles correspondientes.

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).

4.23. Montaje y colocación de la tubería

La instalación se efectuará sólo después de preparar la zanja y la superficie de apoyo de acuerdo con las instrucciones del presente proyecto.

Se tendrán en cuenta las siguientes precauciones:

1. Antes de instalar un tubo en la zanja se inspeccionará visualmente el mismo y si es necesario se limpiarán cuidadosamente las uniones de todo resto de tierra, arena o fango.

2. Se recomienda montar la junta de goma, si se ha suministrado aparte, en la zona de almacenamiento o al lado de la zanja antes de colocar el tubo. No utilizar ningún lubricante ni en la ranura ni en la junta en esta etapa del montaje.

No se utilizarán juntas de goma en mal estado ni que hayan sido previamente utilizadas (comprimidas) y posteriormente desmontadas de tuberías instaladas.

Una vez instalada la junta, se tirará de ella ligeramente para verificar que la compresión a la que se encuentra sometida es uniforme a lo largo de toda su circunferencia.

Se verificará asimismo que ambos lados de la junta sobresalen uniformemente de la ranura a lo largo de toda la circunferencia. En el caso de que no sea así, se golpeará ligeramente la junta con un mazo de goma para introducirla correctamente.

3. Una vez colocado el primer tubo en la zanja, se colocará el siguiente. Se recomienda realizar un pequeño rebaje en la cama de tubería, en la zona de enchufe del tubo para evitar la entrada de cualquier

partícula durante el ensamblaje. Se debe garantizar que la tubería tenga un soporte continuo y no descansa sobre las uniones.

4. Limpiar otra vez el área de la unión y lubricar la junta elastomérica y la superficie externa del tubo con un lubricante adecuado, grasa especial, jabón neutro, etc. mediante un pincel o brocha. El producto debe ser siempre recomendado o validado por el fabricante de la tubería. No usar nunca lubricantes derivados del petróleo.

Limpiar las espigas de los tubos a fondo para eliminar cualquier tipo de suciedad, grasa, arena, etc. Verificar que la superficie de unión de las espigas no esté dañada.

Aplicar una delgada capa de lubricante a las espigas. Tomar las precauciones necesarias para mantener limpias las espigas y el manguito una vez lubricados.

5. Cuando las uniones son mediante manguito y éste no viene instalado de fábrica, se debe montar el mismo en un lugar limpio y seco antes de proceder a la unión de los tubos.

Se puede conseguir la colocación del manguito colocando una abrazadera o eslinga alrededor del tubo a una distancia de 1 a 2 metros de la espiga sobre la que se pretende montar el manguito. Se debe conseguir que la espiga del tubo esté 100 mm por encima de la superficie del suelo para evitar que entre en contacto con la suciedad. A continuación, se emboca el manguito lo más alineado posible y se coloca una tabla de madera de un lado al otro del manguito, de forma tal, que sobresalga del mismo para evitar dañarlo y mediante el cazo de la máquina se procede a su colocación en la espiga hasta alcanzar los stoppers.

6. Alinear ambos tubos y aproximarlos hasta que el tubo toque a la junta elastomérica. En este punto, examinar de nuevo el centrado de las dos partes y, sobre todo, asegurarse de que no haya arena u otros cuerpos extraños. A continuación, introducir muy lentamente el tubo y proceder con el ensamblaje hasta alcanzar la marca de enchufe o el tope dispuesto por el fabricante.

7. Para el caso de uniones mediante manguito, una vez embocado el tubo se debe comprobar que el manguito está concéntrico con él y que la goma está en su alojamiento.

8. Con los medios adecuados elegidos para el apriete, oleohidráulicos o mecánicos (por ejemplo: sujeción de la tubería mediante cable o eslinga y el brazo de la máquina), se comenzará a enchufar los tubos hasta que se venza la resistencia que el acople de la junta o ponga, realizando esta operación cuidadosamente.

Si se interrumpe la colocación del tubo, se deben proteger los tubos contra un posible movimiento y proteger los extremos abiertos para evitar la entrada de material externo.

Después de colocar los tubos se tapan en su totalidad con la grava correspondiente y parcialmente con el material ordinario de relleno de zanjas, para evitar riesgos de flotación en caso de lluvia u otras causas. Este recubrimiento debe cumplir las indicaciones de la siguiente figura, con las especificaciones de los materiales de relleno establecidas en el presente pliego.



Ilustración 33: Recubrimiento parcial para evitar flotaciones.

Fuente: Figura 46 de la Guía técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del CEDEX.

Las tolerancias de colocación de los tubos instalados en zanja son las siguientes:

- Alineación correcta, que se comprobará en los cambios de dirección y cada 50 m. Coincidencia con la alineación proyectada ± 5 cm.
- Pendiente correcta, que se comprobará en los cambios de dirección y cada 50 m. Diferencia entre cotas consecutivas $\pm 5\%$.
- 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 anchura ejecutada será la anchura proyectada $\pm 10\%$.

La excavación de la zanja se realizará mediante retroexcavadoras con nivelación por láser.

4.23.1. Desviación angular

La desviación angular permite introducir cambios graduales en la dirección de la tubería.

Para introducir un ángulo en una tubería, ésta se debe montar primero en línea recta, aplicándose posteriormente el ángulo de desviación deseado.

Para tuberías de PVC-O el ángulo máximo de desviación del extremo macho dentro la embocadura es de 1° . La retracción del extremo macho debido a esta desviación angular se calcula conforme la siguiente ecuación:

$$m_a = \frac{d_e \times \pi \times \theta}{180}$$

Ilustración 34: Retracción en mm.

Fuente: B.A. UNE-EN 17176:2019.

Siendo:

θ = ángulo máximo de desviación angular = 1°

d_e = diámetro exterior nominal en mm.

m_a = retracción en mm.

Para tuberías de PRFV la desviación máxima angular en cada unión flexible depende de la presión nominal de la tubería y del diámetro siendo la indicada a continuación. No se recomiendan desviaciones angulares en tubos de longitudes menores de 3 metros.

Diámetro nominal del tubo (mm)	Desviación angular máxima admisible (grados)
DN ≤ 500	3,0
500 < DN ≤ 900	2,0
900 < DN ≤ 1800	1,0
DN > 1800	0,5

NOTA: Para presiones nominales superiores a PN16, se deberá consultar con el fabricante la desviación angular máxima admisible.

Tabla 112: Desviación angular máxima en uniones flexibles para PN ≤ 16.

Fuente: Tabla 23 de la Guía técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del CEDEX.

Desviación angular (grados)	Movimiento transversal (mm)			Radio de curvatura (m)		
	Longitud del tubo			Longitud del tubo		
	3 m	6 m	12 m	3 m	6 m	12 m
3,0	157	314	628	57	115	229
2,5	136	261	523	69	137	275
2,0	105	209	419	86	172	344
1,5	78	157	313	114	228	456
1,3	65	120	240	132	265	529
1,0	52	105	209	172	344	688
0,8	39	78	156	215	430	860
0,5	26	52	104	344	688	1.376

Tabla 113: Movimiento transversal y radio de curvatura según la desviación angular.

Fuente: Tabla 24 de la Guía técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del CEDEX.

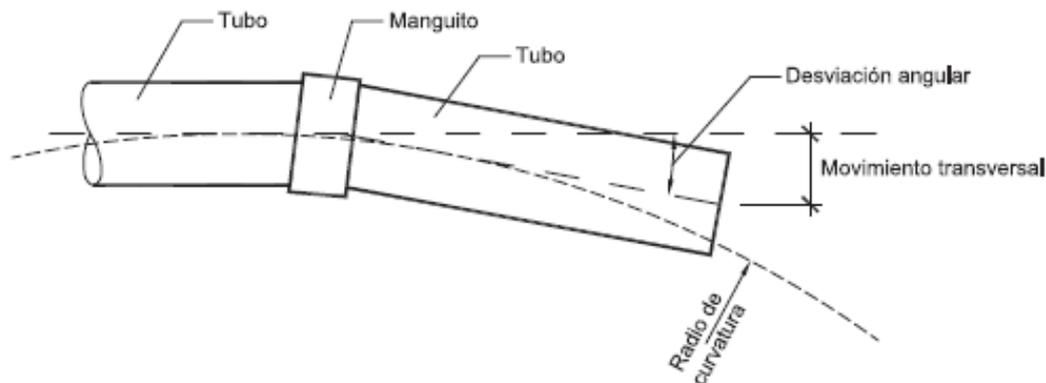


Ilustración 35: Montaje en curva.

Fuente: Figura 47 de la Guía técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del CEDEX.

4.23.2. Uniones mecánicas

En las uniones mecánicas, deberán tenerse en cuenta una serie de requerimientos en el momento de su instalación:

- Los diámetros exteriores de los tubos a unir deben ser similares (existen juntas con tolerancias).
- La superficie de las tuberías debe ser lo más lisa posible, para garantizar el correcto asentamiento y estanqueidad de la junta labial.

4.23.2.1. Uniones flexibles

Manguitos de PRFV:

Los manguitos de PRFV se pueden utilizar para unir tubos de PRFV con otros de materiales distintos pero con el mismo diámetro exterior en líneas que no trabajan bajo presión. Para las líneas que trabajan a presión es necesario consultar con el fabricante.

Manguitos pasantes de PVC-O:

Los manguitos pasantes de PVC-O se emplearán para unir dos extremos machos de tubos de PVC-O del mismo diámetro nominal. Cumplirán las especificaciones indicadas para los accesorios de PVC-O.

Manguitos flexibles de acero tipo ARPOL o similar:

Los manguitos flexibles de acero se utilizarán para unir tubos, incluso si son distintos y tienen diámetros exteriores diferentes.

Con este tipo de manguitos lo más importante es controlar el apriete de los tornillos. No se debe sobrepasar el par de apriete recomendado, ya que sobrecargaría los tornillos de cierre. Se deben seguir las instrucciones de montaje del fabricante de los manguitos, pero sin sobrepasar el par de apriete recomendados por el fabricante de los tubos a unir.

4.23.2.2. Uniones rígidas

Uniones con bridas:

Se deben seguir los siguientes pasos para instalar correctamente una unión bridada:

1. Determinar la secuencia de montaje de los diferentes elementos unidos mediante bridas de tal modo que las uniones que se deban realizar en espacios reducidos no se vean bloqueadas por el montaje previo de otros componentes.
2. Las bridas a unir deben estar correctamente alineadas y no se debe ejercer ningún tipo de esfuerzo o carga para alcanzar la posición en que ambas estén en contacto.
3. Durante la instalación de bridas tipo valona – brida loca, la brida loca se debe posicionar centrada en la valona de tal modo que la distancia entre el diámetro interior de la brida loca y el diámetro exterior de la valona sea igual a lo largo de toda la circunferencia.
4. Los agujeros de los tornillos se deben orientar para que queden a ambos lados del eje del tubo.
5. Limpiar las superficies de la brida que van a estar en contacto durante la instalación así como la ranura destinada para el uso de la junta tórica (en los casos aplicables).

Asegurarse de que tanto las juntas como los tornillos están limpios. No utilizar material defectuoso.

6. Montaje de bridas y junta en el caso de emplear junta tórica:

- a. Posicionar la junta tórica en la ranura justo antes de realizar la unión bridada.
- b. Asegurarse que durante el montaje de bridas que utilizan junta tórica, una de las dos bridas disponga de la ranura para la junta tórica y la otra junta sea completamente lisa (sin ranura para junta tórica).

7. Montaje de bridas y junta en el caso de emplear junta elastomérica:

- a. Posicionar la junta entre las dos bridas a unir justo antes de realizar la unión bridada.
 - b. Asegurarse que la junta está centrada en relación con el diámetro interno de la brida.
 - c. Para facilitar que la junta esté centrada, se pueden insertar a mano al menos dos tornillos de tal modo que la junta esté soportada por ellos.
8. Lubricar la rosca de los tornillos justo antes de su utilización (si es necesario).
 9. Utilizar un tipo de lubricante adecuado para tornillos.
 10. Insertar todos los tornillos a través de los agujeros de la brida y atornillarlos ligeramente a mano.
- Se deben utilizar siempre arandelas de tal modo que los tornillos y las tuercas no estén en contacto directo con la brida para evitar que se excedan las presiones superficiales admisibles.
11. Asegurarse que las marcas identificativas de los tornillos y las tuercas serán visibles una vez instalados.
 12. Apretar manualmente todos los tornillos.
 13. Apretar los tornillos mediante el uso de una llave dinamométrica y una llave fija hasta un 60 % del par de apriete recomendado.

La secuencia de apriete de los tornillos debe seguir los diagramas de la siguiente figura.

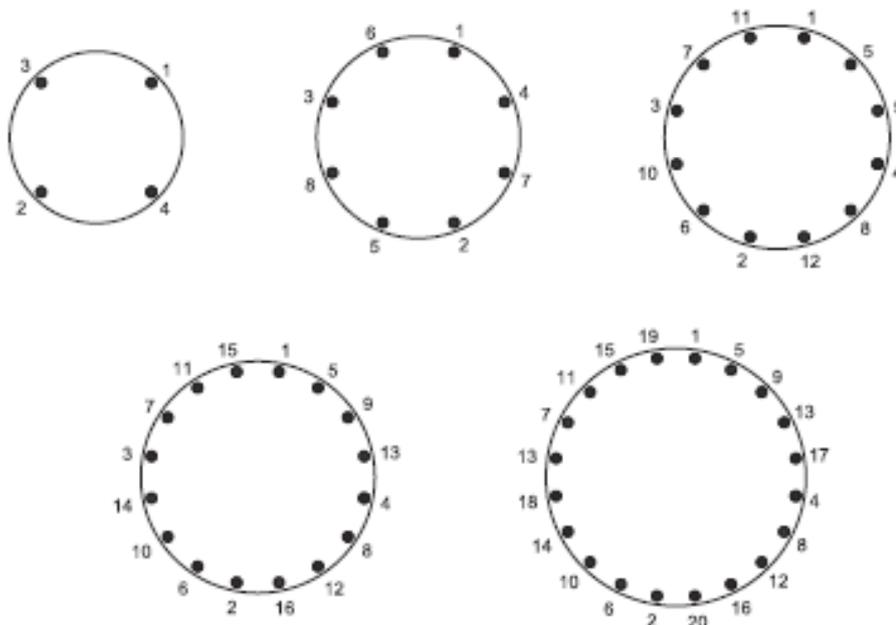


Ilustración 36: Secuencias de apriete.

Fuente: Figura 51 de la Guía técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del CEDEX.

14. Apretar los tornillos hasta el 100 % del par de apriete recomendado siguiendo la misma secuencia que en el paso anterior.
15. Se recomienda, una vez apretados los tornillos al 100 % del par de apriete, realizar una operación de verificación del apriete. Para ello, se debe calibrar la llave dinamométrica al 100 % del par de apriete e ir comprobando en el sentido de las agujas del reloj que todos los tornillos están adecuadamente apretados. Se recomienda marcar los tornillos que han sido comprobados mediante un rotulador indeleble.

16. Una vez instalados los tornillos, al menos un paso de rosca debe sobrepasar la tuerca. Si esto no sucede, la longitud de los tornillos no ha sido bien considerada y se deberán instalar tornillos más largos.

17. En el caso de que la unión bridada presente fugas, se deberá proceder del siguiente modo:

- a. Desmontar la unión bridada.
- b. Secar y limpiar las superficies de contacto de las bridas.
- c. Evaluar el estado de la junta por si fuera necesario su reemplazo por una nueva.
- d. Volver a realizar el montaje de la unión de acorde a lo especificado anteriormente.
- e. Si después de realizar estas acciones se siguen produciendo fugas por la junta, se deberá contactar con el departamento de soporte técnico del fabricante.

Los pares de apriete adoptados dependen del DN, la PN y el tipo de elemento elastomérico utilizado, por lo que se deberá consultar con el fabricante el par de apriete recomendado para cada caso.

Uniones brida de PRFV y brida metálica:

Las bridas moldeadas por contacto se deben montar según el procedimiento que se detalla a continuación:

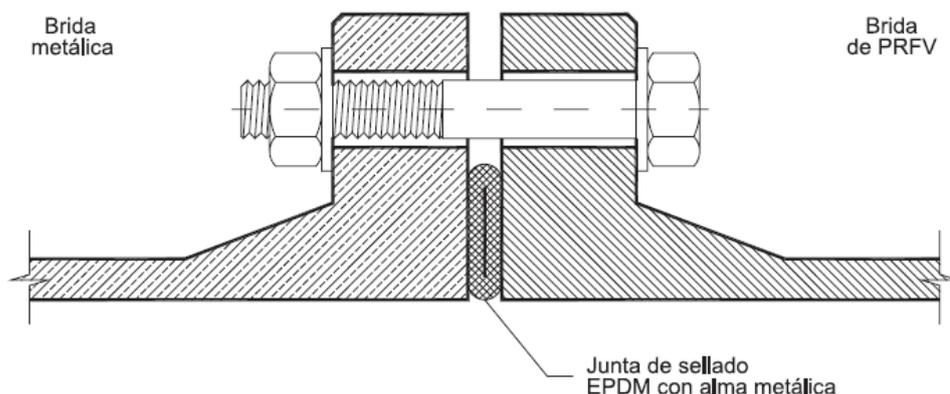


Ilustración 37: Unión por bridas.

Fuente: Figura 52 de la Guía técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del CEDEX.

1. Limpiar a fondo el frontal de la brida.
2. Verificar que la junta está limpia y sin desperfectos.
3. Situar la junta en la ranura entre los frontales de ambas bridas.
4. Alinear las bridas que se van a unir.
5. Montar los tornillos, arandelas y tuercas. Toda la tornillería debe estar limpia y engrasada con el fin de asegurar que el par de apriete sea el correcto. Se deben usar arandelas para que las tuercas repartan el esfuerzo de compresión de forma uniforme.
6. Usar una llave dinamométrica para apretar todos los tornillos al par de apriete recomendado por el fabricante de las bridas de PRFV.
7. Verificar el par de todos los tornillos una hora después del apriete final y ajustarlos al par de apriete final recomendado.

Los tubos de PRFV también se pueden suministrar para acoplar una brida loca. Con este tipo de juntas, es fácil rotar la brida para alinearla con los agujeros de las bridas a unir. Se deben instalar según el siguiente procedimiento:

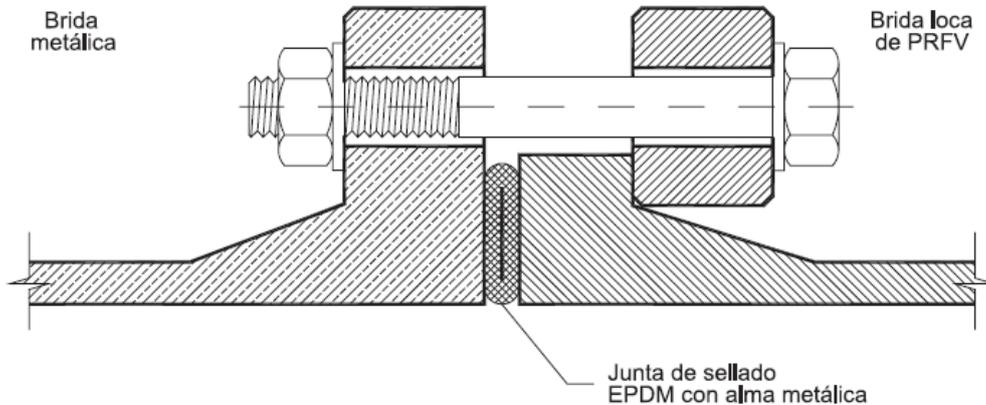


Ilustración 38: Brida loca con junta de goma con inserto de acero.

Fuente: Figura 53 de la Guía técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del CEDEX.

1. Limpiar a fondo el frontal de la brida.
2. Verificar que la junta está limpia y sin desperfectos. No se debe usar una junta dañada.
3. Alinear la junta con el frontal de la brida.
4. Alinear las bridas que se van a unir.
5. Montar los tornillos, arandelas y tuercas. Toda la tornillería debe estar limpia y engrasada para asegurar que el par de apriete sea el correcto. Es importante que la superficie de contacto entre la cabeza del tornillo/arandelas y la contraplaca del anillo estén bien lubricadas para evitar un par de apriete excesivo.
6. Usar una llave dinamométrica para apretar todos los tornillos al par recomendado por el fabricante.
7. Verificar el par de todos los tornillos una hora después del apriete final y ajustarlos en caso de que sea necesario.

Uniones por laminación

Este tipo de unión se fabrica a partir de refuerzos de fibra de vidrio y resina de poliéster. Por lo general requiere diseños especiales, condiciones de limpieza controladas, así como personal convenientemente formado y entrenado para instalarla. Cuando se requiera el uso de este tipo de unión, el fabricante debe entregar una serie de recomendaciones especiales para su ejecución.

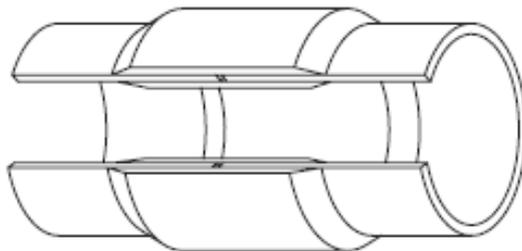


Ilustración 39: Unión por laminación.

Fuente: Figura 54 de la Guía técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del CEDEX.

4.24. Relleno de la zanja

Se aconseja rellenar la zanja inmediatamente después de haber montado la tubería con objeto de evitar dos riesgos: la flotación de la tubería debido a lluvias fuertes y el movimiento de los tubos debido a las diferencias entre la temperatura de día y de noche. Si se montan secciones de tubería en zanja y se demora el proceso de relleno, se recomienda cubrir la sección central de cada tubo hasta la clave para intentar minimizar la incidencia de movimientos en la unión.

Se verificará que el relleno es acorde con las especificaciones indicadas en el presente pliego.

Se recomienda realizar el relleno de la zanja dejando visibles las juntas, alcanzando el relleno en esa zona al menos hasta $0,7 \cdot OD$, y todos aquellos puntos singulares (piezas, cambios de pendiente, juntas mecánicas, etc.), de manera que al realizar las pruebas hidráulicas preceptivas, pueda ser detectada cualquier anomalía en ellas. Una vez finalizada y aceptada la conformidad de la prueba, se procederá al relleno definitivo del tramo, rematando el relleno de la zona de las juntas.

No debe rellenarse la zanja con material helado, salvo que se tomen medidas para evitar que queden enterradas proporciones de suelo congelado.

La instalación de las tuberías, el relleno y la compactación de las distintas zonas de la zanja deben realizarse con las debidas precauciones para evitar dañar a los tubos.

No se deben dejar caer sobre el relleno ni dejar rodar por las paredes de la zanja partículas superiores a 200 mm desde alturas superiores a 2 m hasta que el relleno supere una altura de 600 mm sobre la clave del tubo.

Se debe empujar el material del riñón entre el lecho y la parte inferior del tubo antes de colocar el resto del material de relleno, asegurándose de que no quedan huecos en estas zonas.

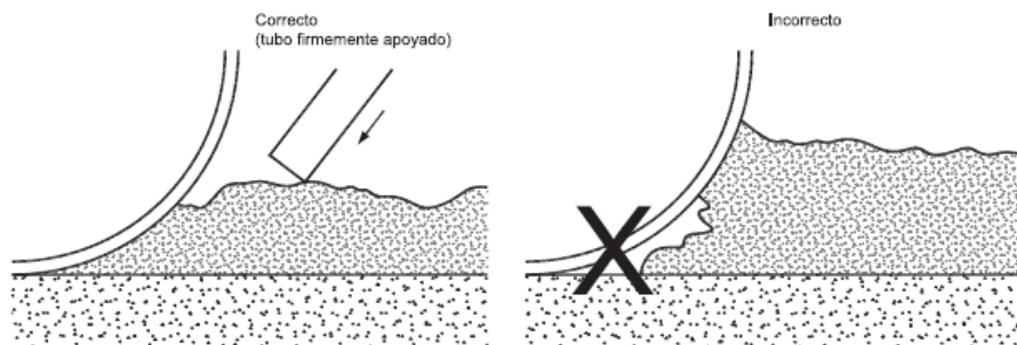


Ilustración 40: Enriñonado.

Fuente: Figura 56 de la Guía técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del CEDEX.

No se recomiendan métodos de consolidación mediante agua (encharcado, inundación, etc.) puesto que pueden ocasionar (sobre todo en zanjas con una cierta pendiente) la aparición de cavidades de aire alrededor del perímetro del tubo, con el consiguiente peligro de aumento de la deformación debido a la disminución del empuje pasivo del terreno.

1.1.1. 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. Antes de comenzar la realización 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/mm². 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 habrán 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.

4.25. Anclajes de piezas especiales y válvulas en tuberías

Todas las piezas metálicas y de PRFV 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.
- Tés de ventosa

- 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 Código Estructural 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 PRFV de DN superior o igual a 500 mm.
- Existencia de una protección de neopreno en todos los extremos de las piezas, de 30 cm de longitud y 2 cm de espesor distribuidos en dos capas de 1 cm. El material a emplear será neopreno de 1cm de espesor y 1400 mm de ancho como mínimo. Sólo será necesario colocar esta protección en las piezas de PRFV.
- 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.
- Existencia de un carrete de 1,5 m de PRFV en todos los extremos de las piezas de PRFV para asegurar el asentamiento correcto de la pieza. Sólo será necesaria la colocación de estos carretes en el anclaje de las piezas de PRFV.

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 correspondiente.

4.26. Pruebas de la tubería de presión instalada

La prueba de la tubería instalada se realizará conforme a la metodología general de la Norma UNE-EN 805: 2000.

Antes del comienzo de las pruebas, se realizarán las operaciones de relleno y anclaje, así como la selección y llenado de los tramos de prueba, en caso de que la conducción no sea probada en su totalidad. La longitud de los tramos de prueba dependerá de las características particulares de cada uno de ellos (podrá oscilar entre 250 y 1.000 o incluso 2.000 metros), debiendo ser aprobada por la Dirección de Obra.

Para la selección de los tramos de prueba se pueden seguir, junto con otras, las indicaciones dadas en la propia UNE-EN 805. En particular se recomienda que:

- La presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo de cada tramo en prueba.

- Pueda aplicarse una presión de al menos igual a la presión máxima de diseño (MDP) en el punto más alto de cada uno de ellos.
- Pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad la cantidad de agua necesaria para la prueba.
- En la medida de lo posible, sus extremos coincidan con válvulas de paso de la tubería.

Para todas las conducciones, la presión de prueba (STP), se calculará a partir de la presión máxima de diseño (MDP) considerando los siguientes dos casos:

- Golpe de ariete calculado en detalle:

$$STP = MDP_c + 0,1 \text{ (MPa)}$$

- Golpe de ariete estimado o no calculado en detalle, el menor valor de los siguientes:

$$STP = MDP_a + 0,5 \text{ (MPa)}$$

$$STP = 1,5 \cdot MDP_a \text{ (MPa)}$$

Siendo:

MDP_c Presión máxima de diseño con golpe de ariete calculado en detalle.

MDP_a Presión máxima de diseño con golpe de ariete estimado o no calculado en detalle.

En los casos de impulsiones y grandes diámetros, deberá calcularse en detalle el valor del golpe de ariete. Sólo en caso de redes de distribución por gravedad puede ser estimado como $MDP_a = 1,2 \cdot DP$, debiendo cumplir $MDP_a \geq DP + 0,2 \text{ MPa}$.

El procedimiento de prueba, conforme a la metodología general indicada en la Norma UNE-EN 805, puede llevarse a cabo en tres fases, siendo siempre obligatoria la realización de la primera y de la última:

- Prueba preliminar
- Prueba de purga
- Prueba principal o de puesta en carga

4.26.1. Prueba 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 no 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 al menos 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) y la presión máxima de diseño (MDP), de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante un tiempo razonable (que lo debería fijar la Dirección de Obra 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.

4.26.2. Prueba de purga

La presencia de aire en la conducción puede producir datos erróneos y reducir la precisión de la prueba principal de presión.

La Dirección de Obra podrá solicitar de forma extraordinaria, con el coste correspondiente, si los resultados de la etapa principal no son satisfactorios, o si existen dudas sobre la correcta desaireación de la tubería la realización de la prueba de purga contemplada en el anexo A.26 de la Norma UNE-EN 805.

La prueba de purga se desarrolla en los siguientes pasos:

- Se presuriza la conducción hasta alcanzar la presión de prueba de la red (STP), prestando atención a que la purga del equipo de prueba se complete.
- Se extrae un volumen de agua a contabilizar DV de la conducción midiéndose la caída de presión correspondiente DP.
- Se compara el volumen de agua extraído con el volumen de la pérdida de agua admisible DV_{máx} correspondiente a la caída de presión medida DP, calculada según la siguiente fórmula:

$$\Delta V_{\text{máx}} = 1,5 \cdot V \cdot \Delta P \cdot \left(\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E} \right)$$

Siendo:

$\Delta V_{\text{máx}} \Rightarrow$ Pérdida de agua admisible (litros)

$V \Rightarrow$ Volumen del tramo de conducción en prueba (litros)

$\Delta P \Rightarrow$ Caída de presión medida durante la prueba. (N/mm²)

$E_w \Rightarrow$ Módulo de compresibilidad del agua (2100 N/mm²)

$E \Rightarrow$ Módulo de elasticidad del material de la conducción (N/mm²)

$ID \Rightarrow$ Diámetro interior de la conducción (mm)

$e \Rightarrow$ Espesor nominal de la conducción (mm)

1,5 \Rightarrow Factor de corrección que considera la cantidad de aire restante admisible antes de la prueba principal de presión.

4.26.3. Prueba principal o de puesta en carga

Una vez superada la prueba preliminar y la prueba de purga (en el caso de ser requerida), 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/mm² 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/mm².

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:

$$\Delta V_{m\acute{a}x} = 1,2 \times V \times \Delta p \times \left[\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \times E} \right]$$

Siendo:

$\Delta V_{m\acute{a}x}$ ⇒ Pérdida de agua admisible (litros)

V ⇒ Volumen del tramo de conducción en prueba (litros)

ΔP ⇒ Caída de presión medida durante la prueba. (N/mm²)

E_w ⇒ Módulo de compresibilidad del agua (2100 N/mm²)

E ⇒ Módulo de elasticidad del material de la conducción (N/mm²)

ID ⇒ Diámetro interior de la conducción (mm)

e ⇒ Espesor nominal de la conducción (mm)

1,2 ⇒ Factor de corrección que entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la conducción.

El módulo de compresibilidad del agua (E_w) 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 (reparando 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.

4.27. Pruebas de la tubería de saneamiento instalada

La prueba de la tubería de saneamiento instalada consistirá en el llenado de la misma por tramos, comprobando la correcta circulación del agua y la no existencia de fugas.

4.28. Hincas

4.28.1. Ejecución:

La ejecución de la hinca horizontal se realizará mediante el sistema de escudo abierto.

Para la correcta ejecución de las obras se realizarán las operaciones que se indican a continuación:

- Refuerzo del extremo del primer tubo mediante la soldadura de dos bandas de acero de 30 cm de ancho y 1 cm de espesor, una por la parte interior del extremo del tubo y otra por la parte exterior del mismo, así como también (únicamente en hincas de diámetro superior a 1.500 mm) se soldará de forma temporal en dicho extremo, un rigidizador vertical, de tal forma que impidan la deformación de dicho extremo.

No se admitirán ningún tipo de deformaciones ni ovalaciones sobre el tubo de hinca.

Una vez ejecutada la hinca se eliminará el rigidizador vertical.

En el caso de que sea necesario por las características del terreno, la colocación de las bandas en al extremo del tubo, deberá ser de tipo “dentado”, de forma tal que se favorezca la ejecución correcta de la hinca.

La tubería instalada, no tendrá una desviación mayor de 5 cm.

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 o separador 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.

4.29. Colocación del geotextil de la balsa

Antes de comenzar la colocación del geotextil, estarán ejecutadas todas las obras de fábrica.

Una vez preparada y lista la superficie, se procederá al extendido del geotextil y su anclaje. No se realizará el montaje del geotextil sobre blandones o cuando el terreno presente excesos de humedad.

En general se empieza a colocar siempre por la parte del talud contrario a la rampa de servicio, para dejar ésta para el final. El extendido del geotextil se comienza desde el pasillo de coronación lastrándolo y dejándolo caer hasta el fondo de la balsa el resto del rollo. La caída debe orientarse bien para evitar sesgarlo y la formación de pliegues o arrugas. Cuando se termina una “pared” se siguen colocando paños en la solera para dejar cerrado el trabajo.

La unión entre mantas se realizará mediante solapes de 10 cm como mínimo.

4.30. Colocación de la lámina de PEAD de la balsa

4.30.1. Generalidades

En general se empieza a colocar siempre por la parte del talud contrario a la rampa de servicio, para dejar ésta para el final. El extendido de la lámina se comienza desde el pasillo de coronación lastrándolo y dejándolo caer hasta el fondo de la balsa el resto del rollo. La caída debe orientarse bien para evitar sesgarlo y la formación de pliegues o arrugas. Cuando se termina una “pared” se siguen colocando paños en la solera para dejar cerrado el trabajo.

El equipo de trabajo suele ser doble, uno va colocando paños y el otro los va soldando, al finalizar un área determinada o una jornada de trabajo, se colocarán los lastres correspondientes.

La maquinaria y las herramientas utilizadas en la manipulación de la membraba serán adecuadas para no dañarla. Asimismo, se prohibirá que las personas que realicen el montaje, fumen o lleven calzado que pueda punzonar o dañar la lámina, así como realizar cualquier otro tipo de operación que pueda dañarla.

Cuando sea preciso realizar alguna manipulación o trabajo por encima de la lámina, se extremarán las precauciones para evitar que se puedan producir daños o punzonamientos en ella.

El método utilizado para desenrollarlas, no causará arañazos, ni deteriorará el geotextil de base.

El sistema de distribución adoptado para las láminas minimizará la formación de arrugas.

Se deberá identificar el lugar donde se ha instalado cada rollo en planos o croquis.

Los trabajos de manipulación se realizarán con temperaturas inferiores a los 35°C y sin precipitaciones, ni excesiva humedad ambiente o niebla o rocío, ni en presencia de vientos excesivos.

Es necesario realizar un plan diario de trabajo para terminar el “tajo” de soldaduras según se van colocando los mismos y su correspondiente lastrado provisional mediante sacos de arena o contrapesos para prevenir levantamiento por el viento.

En el caso de 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.

La parte más compleja son las uniones de la lámina con obras de fábrica y piezas metálicas. En éstos hay que extremar el cuidado con los asentamientos del terreno cercano a la obra, deberán estar bien compactados para evitar cortes, desgarros, grietas y/o deformaciones en la lámina. Para ello se tomarán las siguientes medidas:

- Terminación del hormigón en forma de bisel.
- Suficiente lámina de anclaje.
- Protección con geotextil.

4.30.2. Uniones

Los tipos de uniones a realizar en la lámina de PEAD son las soldaduras por termofusión y las soldaduras por extrusión.

Las soldaduras en el talud se comenzarán desde arriba del talud hasta la solera de la balsa.

Preparación de la lámina para soldar:

Ajuste de la máquina soldadora (velocidad, temperatura y presión de los rodillos) y limpieza de la lámina.

Como el material posee el inconveniente de su dilatación, se aconseja soldar en periodos alejados a temperaturas estivales del mediodía y de días húmedos.

Soldadura por temofusión:

Se realizará este tipo de soldadura en todas las uniones de láminas excepto en los siguientes casos:

- Pequeñas reparaciones (parches).
- Uniones de varias láminas en T o en L.
- Parches de rotos.
- Defectos de soldaduras realizadas por termofusión.
- Piezas especiales.
- Láminas incrustadas en el hormigón.
- Todas las uniones que no puedan realizarse por termofusión.

La soldadura por termofusión o doble con canal intermedio de comprobación, se realizará con un salape mínimo de 10 cm de ancho, con máquina soldadora de cuñacaliente, aire caliente o ambas, con temperatura inferior a 500 °C controlada automáticamente garantizando la uniformidad de la temperatura de la soldadura 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.

El material soldado es aportado por ambas láminas, donde al enfriarse se sueldan entre sí.

Soldadura por extrusión:

Se realizará de forma excepcional, con un solape mínimo de 15 cm, sin arruga, limpio, lijado con pequeños arañazos sobre la zona a soldar y atemperados con soplador, mediante material añadido por la máquina que funde en su interior una varilla o granza continua de PEAD, que lo echa fuera ya fundido, mediante una boquilla sobre la unión de ambas láminas. La máquina deposita un cordón continuo derretido sobre la junta de manera continua. El cordón de la soldadura tendrá más de 30 mm de anchura (15 mm en cada lámina) y 2 mm de espesor.

Para verificar el estado de la soldadura se deja un hilo de cobre, previamente a la soldadura, para verificar posteriormente el estado de la soldadura mediante el potenciómetro o chispómetro.

4.30.3. Lastrados

Una vez terminada una zona de trabajo o una jornada se procederá al lastrado de la lámina mediante sacos de arena o contrapesos.

En el caso de realizarse el lastrado mediante bloques de hormigón será necesario depositarlos sobre un geotextil para evitar el contacto directo con la lámina.

En el caso de ser necesario el lastrado de los taludes de la balsa, éstos se realizarán con moldes de madera o maestras de hormigón armado, pudiendo añadirse peldaños o escalas, con el fin de proteger de la succión provocada por el paso del viento y como medio de salvamento. Estos lastres se protegerán con geotextil para evitar que el hormigón se clave en la lámina.

Una vez terminadas todas las soldaduras se realizará el lastrado definitivo en toda la lámina mediante lastres de 1,5 mm de espesor, con una longitud de 7,5 m cada uno, colocados en el fondo de la balsa con una separación de 2 m entre ellos y rellenos de grava.

4.30.4. Trazabilidad de la lámina y de los ensayos realizados

Diariamente el instalador realizará un documento tipo estadillo y el plano de despiece correspondiente, donde aparezcan localizados como mínimo lo indicado a continuación:

- N° de serie o de rollo de la lámina.
- Ensayos realizados.
- Reparaciones realizadas.

4.30.5. Control de calidad

Comprobación visual:

Diariamente se comprobará visualmente la superficie de la lámina y las soldaduras realizadas, para comprobar la existencia de rotos y/o láminas dañadas que necesiten reparación.

Preferiblemente se realizará la inspección a primeras horas del día, para ver la humedad transmitida por el suelo natural antes de que se evapore.

Prueba de estanqueidad:

Todas las soldaduras realizadas por termofusión se ensayarán diariamente mediante una prueba de estanqueidad conforme la norma UNE 104481-3-2:2010.

Para ello los dos extremos de la soldadura tienen que estar libres, se cierra un extremo con un apriete mecánico con tenacillas y en el otro extremo se introduce un aplicador en el canal de ambas soldaduras. Una vez abierto el orificio del canal por el aplicador, se le incorpora una boquilla de PEAD que se suelda mediante calentamiento al canal. Se conecta una bomba de pie y se infla aire con una bomba de aire, hasta una presión de 2 kg. Se deja unos minutos y se observa la presión con manómetro y si no ha perdido más del 10% de la presión se considera la prueba como conforme.

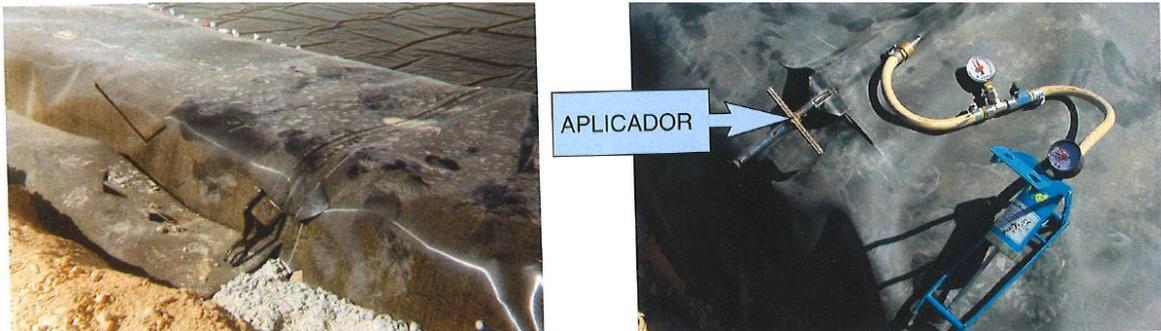


Ilustración 41: Cierre del extremo de la soldadura, bomba y aplicador.

Fuente: Fotos 4.10 y 4.11 el libro “Consideraciones generales aplicables a la construcción de balsas” de Ramón de los Santos Alfonso.

En el caso de producirse una caída de presión rápida, se procede a mojar toda la soldadura con agua jabonosa para detectar la fuga de aire.

Si el punto de fuga es localizable se reparará mediante una soldadura por extrusión. Si la soldadura es totalmente defectuosa se reparará insertando un nuevo paño del mismo material de anchura no inferior a 1m, el cual se soldará a los paños cuya soldadura sea defectuosa, comprobándose de nuevo las nuevas soldaduras.

Potenciómetro o chispómetro:

Todas las soldaduras realizadas por extrusión se ensayarán diariamente mediante el ensayo del potenciómetro o chispómetro conforme la norma UNE-EN 13100-4:2013.

La prueba se realizará pasando a una distancia de 5 cm como máximo un electrodo con una carga eléctrica determinada. El hilo de cobre debe estar suficientemente cubierto por la resina depositada en la soldadura, en caso contrario, el electrodo producirá un arco eléctrico saltando una chispa eléctrica y detectando la zona

con fallo para repararla mediante una soldadura por extrusión, que será ensayada de nuevo mediante este mismo ensayo.



Ilustración 42: Ensayo de campana de vacío.

Fuente: Ponencia realizada por Ramón Díaz Arranz. Laborcontrol y ENAC, publicado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Ensayo de rotura:

Cada 400 m de soldadura realizada por termofusión y cada 100 m de soldadura realizada por extrusión, se tomará una muestra de soldadura para realizar sobre la misma un ensayo de rotura mediante un tensómetro de campo, conforme la norma UNE 104427:2010.

La clasificación de la rotura de la soldadura por termofusión se realizará conforme la siguiente ilustración.

Tipo de rotura	Descripción de la rotura	Clasificación
 Dirección de cizalla →	Fallo de adhesión.	Incorrecta
	Rotura en la geomembrana.	Correcta
	Rotura en el extremo exterior de la soldadura. La rotura puede ser en la geomembrana superior o inferior.	Correcta
	Rotura en el extremo interior de la soldadura.	Correcta
	Rotura en el principio de la soldadura después de algún fallo de adhesión. La rotura puede ser en la geomembrana superior o inferior.	Correcta

Ilustración 43: Clasificación de la soldadura por termofusión en función de la rotura.

Fuente: Figura n° 4.11 del libro “Consideraciones generales aplicables a la construcción de balsas” de Ramón de los Santos Alfonso.

La clasificación de la rotura de la soldadura por extrusión se realizará conforme la siguiente ilustración.

Tipo de rotura	Descripción de la rotura	Clasificación
	Fallo de adhesión. Las probetas pueden también delaminarse bajo el material extrusado y romper a través del delgado material extrusado en el área exterior	Incorrecta
	Fallo de adhesión	Incorrecta
	Rotura a través de la extrusión. Tal rango de roturas va de aquéllas que empiezan en el extremo de la geomembrana superior a aquéllas que atraviesan la extrusión después de algunos fallos de adhesión entre la extrusión y la geomembrana inferior	Correcta
		
	Rotura en el extremo de la soldadura. Las probetas pueden romper en cualquier lugar desde el borde material extrusado/área exterior al borde área exterior/área pegada. (Aplicable a cizalla sólo)	Correcta
	Rotura en el extremo de la soldadura. Las probetas pueden romper en cualquier lugar desde el borde material extrusado/área exterior al borde área exterior/área pegada	Correcta
	Rotura en el lado de la soldadura. (Aplicable a pelado solamente)	Correcta
	Rotura en la lámina. (Aplicable solamente a cizalla)	Correcta
	Rotura en lámina	Correcta
	Rotura en la lámina después de algún fallo de adhesión entre la extrusión y la lámina inferior. (Aplicable sólo a pegado)	Correcta
	Rotura en el extremo de la unión por calor para probetas que no podrían ser delaminadas en la unión por calor. (Aplicable sólo a tests de cizalla)	Correcta

Ilustración 44: Clasificación de la soldadura por extrusión en función de la rotura.

Fuente: Figura n° 4.12 del libro "Consideraciones generales aplicables a la construcción de balsas" de Ramón de los Santos Alfonso.

Campana de vacío:

Todas las soldaduras realizadas por extrusión se ensayarán diariamente mediante una prueba de estanqueidad mediante campana de vacío, conforme la norma UNE 104427:2010.

La prueba se realizará colocando el equipo sobre la soldadura realizada haciendo el vacío sobre la misma. En ensayo se considera conforme si no aparecen burbujas como reflejo de la entrada de aire.



Ilustración 45: Ensayo de campana de vacío.

Fuente: Ponencia realizada por Ramón Díaz Arranz. Laborcontrol y ENAC, publicado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Comprobación final:

Una vez finalizada la instalación de la lámina de PEAD se comprobará la impermeabilización de la misma mediante el método geofísico de prospección eléctrica (dispositivo DIPOLO) basado en que las láminas de PEAD son eléctricamente aislantes, por lo tanto, si existe alguna rotura en la misma se establecerá un paso de corriente eléctrica entre el interior y el exterior del vaso de la balsa, creándose así una variación del potencial eléctrico en la proximidad de la zona afectada. El campo eléctrico se consigue colocando un electrodo de corriente fuera del vaso y otro en su interior, para ello la balsa tendrá que tener una lámina de agua de profundidad inferior a 1 m.

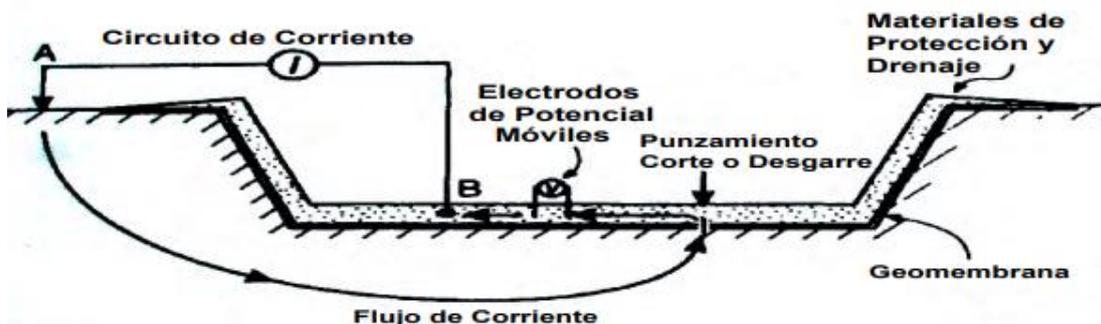


Ilustración 46: Esquema de funcionamiento del dispositivo DIPOLO.

Fuente: Ponencia realizada por Ramón Díaz Arranz. Laborcontrol y ENAC, publicado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Las fugas detectadas se repararán conforme lo indicado en el presente pliego para las soldaduras y tras su reparación se comprobará de nuevo la impermeabilización de la lámina mediante el método del DIPOLO.

4.31. Unión de la lámina de PEAD con las obras de fábrica

La unión de la lámina de PEAD con las obras de fábrica se realizará mediante unos perfiles en forma de T de PEAD embutidos en las obras de fábrica de hormigón.

Las soldaduras entre el perfil de PEAD y la lámina de PEAD se realizarán conforme lo indicado en el apartado de “Colocación de la lámina de PEAD de la balsa” del presente pliego, así como el control de calidad a realizar sobre las mismas.

4.32. 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.

4.33. Estructura metálica

4.33.1. Puesta en Obra.

Ha de prevenirse la corrosión del acero evitando el contacto directo con otros metales que produzcan corrosión y el contacto directo con yesos.

Se aplicarán las protecciones adecuadas a los materiales para evitar su corrosión, de acuerdo con las condiciones ambientales internas y externas del edificio, según lo establecido en la norma UNE-EN 1090-1:2011+a1:2012. Los materiales protectores deben almacenarse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se han de preparar las superficies a proteger conforme a la norma UNE-EN 1090-1. Los métodos de recubrimiento deben especificarse y ejecutarse de acuerdo con la normativa específica al respecto y las instrucciones del fabricante.

El material debe almacenarse siguiendo las instrucciones de su fabricante, evitando deformaciones permanentes, protegiendo de posibles daños en los puntos donde se sujete para su manipulación, almacenándolos apilados sobre el terreno pero sin contacto con él, evitando cualquier acumulación de agua.

4.33.2. Métodos de montaje.

El montaje de la estructura debe realizarse de conformidad con el programa o informe del método de montaje, y de tal manera que se garantice la estabilidad estructural en todo instante.

Durante todo su montaje, la estructura debe mantenerse firme y segura ante las cargas provisionales de montaje, incluyendo las debidas al equipamiento de montaje o su funcionamiento, y frente a los efectos de las cargas de viento o nieve sobre la estructura inacabada.

Si el procedimiento de montaje implica la rodadura, u otro tipo de movimiento, de la estructura, o de parte de ella, en su posición final después de armada, deben adoptarse precauciones para conseguir un frenado controlado de la masa en movimiento y preferiblemente para invertir la dirección del movimiento.

4.33.3. Alineaciones.

Cada parte de la estructura debe estar alineada tan pronto como sea posible, después de que haya sido montada, y la unión debe quedar completada tan pronto como sea posible.

No deben realizarse uniones permanentes entre las piezas hasta que una parte suficiente de la estructura no esté bien alineada, nivelada, aplomada y unida provisionalmente, para garantizar que las piezas no se desplazarán durante el montaje o la alineación posteriores de la parte restante de la estructura.

La alineación de la estructura y la falta de encaje en las uniones se pueden ajustar mediante el empleo de cuñas. Las cuñas deben estar aseguradas por soldeo cuando exista peligro de que puedan llegar a soltarse. Éstas deben ser de acero, y pueden ser piezas planas de acero suave y deben tener una durabilidad similar a la estructura.

En las uniones del montaje, el apriete definitivo de los tornillos y el soldeo no serán realizados hasta que se hayan presentado, alineado, aplomado y/o nivelado definitivamente los elementos del conjunto a unir. Es necesario tener en cuenta cualquier deformación inherente a las operaciones de apriete de tornillos y soldeo. En particular, hay que considerar las influencias posibles de las deformaciones del conjunto estructural principal sobre otras partes de la construcción, como por ejemplo los contravientos o arrostramientos.

4.33.4. Apoyos fijos.

Las placas de base de los soportes sobre los macizos de fábrica u hormigón se harán descansar provisionalmente sobre cuñas, que se inmovilizarán, una vez conseguidas las alineaciones y aplomos definitivos, no procediéndose a la fijación última de las placas mientras no se encuentren colocados cierto número de elementos análogos, para garantizar la correcta disposición del conjunto.

En las estructuras de edificación de varias plantas, se recomienda no fijar definitivamente las placas de los soportes, hasta que no estén presentadas y fijadas, al menos provisionalmente, las vigas del primer forjado que a aquellos acometan.

El lecho de asiento de las placas se efectuará según se indique en el proyecto y, en caso de que éste no lo especifique, con mortero de cemento Portland, hormigón de árido fino, etc. Se adoptarán todas las precauciones necesarias para que el hormigón o mortero rellene perfectamente todo el espacio comprendido entre la superficie inferior de la placa y la superficie del macizo de apoyo. Se mantendrá el apoyo provisional de la estructura hasta que se haya alcanzado el suficiente endurecimiento.

4.33.5. Apeos de montaje.

En el transcurso del montaje se vigilará especialmente la estabilidad y resistencia de la estructura que en esos momentos se encuentra en condiciones diferentes a las definitivas.

Para ello, durante su montaje, se asegurará la estructura provisionalmente mediante pernos, tornillos, calzos, apeos o cualquier otro medio auxiliar adecuado, debiendo quedar garantizadas, con los que se utilicen, la estabilidad y resistencia de aquella hasta el momento de terminar las uniones definitivas.

4.33.6. Operaciones de fabricación en taller.

Se realizará conforme la EAE y lo indicado a continuación.

Corte: Por medio de sierra, cizalla, corte térmico (oxicorte) automático. Oxicorte siempre que no tengan irregularidades significativas y se hayan eliminado los restos de escoria.

Perforación: Los agujeros deben realizarse por taladrado, el punzonado se admite para materiales de hasta 25 mm. de espesor siempre que el espesor nominal del material no sea mayor que el diámetro nominal del agujero. Las rebabas se deben eliminar antes del ensamblaje

Ángulos entrantes: Deben tener un acabado redondeado, con un radio mínimo de 5 mm.

Superficies para apoyo de contacto: Las superficies deben formar ángulos rectos y cumplir las tolerancias geométricas especificadas en DB-SEA. La planeidad de una superficie contrastándola con un borde recto, no superará los 0,5 mm.

Empalmes: No se permiten más empalmes que los establecidos en proyecto o aprobados por el director de obra.

4.33.7. Soldeo

Se realizará conforme la EAE y lo indicado a continuación.

Las superficies y bordes deben ser los apropiados para el proceso de soldeo y estar exentos de fisuras, entalladuras, materiales que afecten al proceso o calidad de las soldaduras y humedad. Los componentes a soldar deben estar correctamente colocados y fijos mediante dispositivos adecuados. Para la realización de cualquier tipo de soldadura, se estará a las especificaciones contenidas en los puntos 10.3 y 10.7 del DB-SEA del CTE.

Ejecución de soldeo y montaje en taller y su control:

Se cumplirá con las especificaciones establecidas en los puntos 10.7 y 10.8 del DB-SEA del CTE.

Las piezas que vayan a unirse con soldadura garantizarán su inmovilidad fijándose entre sí o a gálipos de armado convenientemente. Pueden emplearse, como medios de fijación de las piezas de la estructura, puntos de soldadura o perfiles.

Las operaciones de soldeo del montaje deberán preservarse de los efectos perjudiciales causados por la humedad, baja temperatura y viento.

En general se suspenderán los trabajos de soldeo cuando la temperatura baje de los 0°C, aunque, en casos de urgencia y previa autorización de la Dirección Facultativa, se podrá seguir soldando hasta la temperatura de -5°C adoptando medidas para evitar un enfriamiento rápido del metal depositado (p. ej. Pre calentamiento del metal de base).

Se dispondrán las andamios y elementos auxiliares necesarios que aseguren el trabajo de los montadores, de forma correcta y segura.

El examen de las uniones soldadas se realizará de acuerdo con las indicaciones del presente pliego.

Tras la inspección y aceptación de la estructura montada se limpiarán las zonas de soldadura efectuadas en obra, dando sobre ellas la capa de imprimación anticorrosiva. Tras el secado de ésta se procederá al tratamiento prescrito.

Se tendrá especialmente en cuenta lo dispuesto en lo referente a la temperatura ambiente y a la velocidad del viento, suspendiéndose la ejecución de los trabajos de soldeo cuando no se cumplan las condiciones indicadas.

4.33.8. Control de calidad

La documentación de montaje, que será elaborada por el montador y revisada y aprobada, contendrá al menos:

- a) Una memoria de montaje
- b) Los planos de montaje
- c) Un plan de puntos de inspección, todo ello con el contenido mínimo especificado en el punto 12.5.1 de la CTE-DB-SEA. Su control tiene por objeto comprobar su coherencia con las especificaciones de proyecto.

Las tolerancias máximas admisibles, serán las establecidas por el CTE-DB-SEA en su punto 11, en el que se definen tipos de desviaciones geométricas correspondientes a estructuras de edificación, y los valores máximos admisibles para tales desviaciones distinguiendo entre tolerancias de fabricación y tolerancias de ejecución.

El fabricante poseerá Certificado de conformidad del control de producción en fábrica de fabricación de estructuras de acero conforme la norma UNE EN 1090-1:2011+A1:2012 en vigor tipo EXC-2 o superior, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.

4.34. Arqueología

La liberación del suelo de cargas arqueológicas para la ejecución del proyecto tiene una serie de pautas que comienzan mandando a Cultura un proyecto de obra. Cultura evaluará el posible impacto de la misma en los restos, tanto documentados como ocultos en el subsuelo. A continuación, emitirá un primer informe de actuación (nada, prospección, sondeos o seguimiento) comenzando así los tramites arqueológicos.

A continuación, se describen las diferentes actuaciones que Patrimonio podrá solicitar antes/durante la ejecución del proyecto de obra.

- **Prospección arqueológica:**
 - Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
 - Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
 - Se realizará la prospección por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
 - Se redactará un Informe de Prospección con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
 - Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.
- **Sondeos arqueológicos:**
 - Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
 - Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
 - Se realizarán los sondeos por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
 - Se redactará un Informe de Sondeos con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
 - Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.
- **Raspado Arqueológico:**
 - Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
 - Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
 - Se realizará el raspado por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
 - Se redactará un Informe de Raspado con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
 - Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.
- **Seguimiento arqueológico:**
 - Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
 - Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
 - Se realizará el seguimiento por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
 - Se presentarán a la dirección Informes Mensuales de Seguimiento documentando las labores realizadas por el arqueólogo cada mes.
 - Se redactará un Informe de Seguimiento Final con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
 - Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.
- **Excavación Arqueológica:**

DOCUMENTO N°3.- PLIEGO DE CONDICIONES

- Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
- Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
- Se realizará la excavación por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
- Se redactará un Informe de Excavación con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
- Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.
- Memoria Final:
 - Tras la finalización de las obras se redactará una Memoria Final en la cual se detallarán todas las actuaciones arqueológicas realizadas.
 - Memoria Básica Final: cuando se producen 1 o 2 actuaciones (prospección, sondeos, raspado, seguimiento excavación).
 - Memoria Compleja Final: cuando se producen más de 2 actuaciones (prospección, sondeos, raspado, seguimiento excavación).
 - Los documentos que se presenten en Patrimonio deben contar, por lo menos, de los siguientes apartados.
- Proyecto Arqueológico:
 - Antecedentes históricos de la zona.
 - Yacimientos arqueológicos (Carta Arqueológica), elementos etnográficos y vías pecuarias de la zona.
 - Bibliografía.
 - Estudio geológico de la zona.
 - Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.
 - Descripción de la actuación arqueológica.
 - Planimetría.
 - Plano de proyecto.
 - Plano actuación arqueológica/resultados.
 - Plano de la actuación arqueológica/resultados y de proyecto.
 - Equipo propuesto.
 - Documentación administrativa.
- Informe Arqueológico:
 - Antecedentes históricos de la zona.
 - Bibliografía.
 - Estudio geológico de la zona.
 - Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.
 - Descripción de la actuación arqueológica.
 - Conclusiones.
 - Documentación fotográfica.
 - Planimetría.

- Plano de proyecto.
- Plano actuación arqueológica/resultados.
- Plano de la actuación arqueológica/resultados y de proyecto.
- Documentación administrativa (Adjudicación / Actuación / Resolución).
- Memoria Final:
 - Antecedentes históricos de la zona.
 - Yacimientos arqueológicos (Carta Arqueológica), elementos etnográficos y vías pecuarias de la zona.
 - Bibliografía.
 - Estudio geológico de la zona.
 - Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.
 - Descripción de todas las actuaciones arqueológicas.
 - Conclusiones.
 - Documentación fotográfica.
 - Planimetría.
 - Plano de proyecto.
 - Planos de las actuaciones arqueológicas/resultados.
 - Plano de la actuación arqueológica y de proyecto.
 - Documentación administrativa (Adjudicación / Actuación / Resolución).

4.35. Medidas ambientales

Las medidas que se han implementado en el proyecto para conseguir su integración y sostenibilidad ambiental, se recogen en el anejo correspondiente al Estudio de Impacto Ambiental. De esas medidas, se describen a continuación las que se corresponden con la aplicación de las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC) dentro del ámbito de aplicación del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR).

4.35.1. Divulgación y formación en buenas prácticas agrícolas

Como medida transversal a todas las demás que se diseñan en el estudio de impacto ambiental, se desarrolla una medida de divulgación y formación en el Código de Buenas Prácticas Agrarias (CBPA), con el objetivo de transmitir una conciencia ecológica a los agricultores a través de la formación y la exposición de acciones demostrativas eficaces, para ayudar a alcanzar la sostenibilidad e integración ambiental de los regadíos.

En este sentido, se incorporan acciones concretas de divulgación y formación en buenas prácticas agrarias, dirigidas a los miembros de la comunidad de usuarios del agua beneficiaria de la obra, que se desarrollarán antes de hacerse entrega de la misma. Se trata de una medida preventiva en la fase de construcción del proyecto. Esta medida se ha desarrollado de acuerdo con lo establecido en las directrices elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

En el programa de divulgación y formación en buenas prácticas agrarias (BPA) se han incluido los siguientes cursos:

4.35.1.1. Curso general en CBPA

CURSO GENERAL: Optimización de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA

Los objetivos generales son introducir el contexto administrativo y de políticas que han dado lugar al Plan y los principios que soportan la orientación de las directrices.

Este curso presenta unos contenidos comunes que se consideran esenciales para aplicar BPA en zonas agrícolas de regadío y para conseguir los objetivos globales marcados por las directrices.

Se expondrá una introducción sobre el Plan de Recuperación,

Transformación y Resiliencia (PRTR) y la aplicación del principio Do Not Significant Harm o DNSH por sus siglas en inglés, en el marco de dicho Plan y así como una visión general de las directrices 1, 2, 3 y 4 desarrolladas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC) en el ámbito del PRTR citado, en las que se abordan los cursos específicos para cada directriz, extrayendo de ellos los aspectos más relevantes y equilibrando los diferentes aspectos a tratar.

Serán impartidos aspectos formativos que son básicos, necesarios y relevantes a la hora de aplicar el CBPA en zonas agrícolas de regadío:

- i. Conservación y calidad de los suelos en zonas agrícolas de regadío.
- ii. Balance de agua en los suelos.
- iii. Agricultura de precisión y uso sostenible de plaguicidas.
- iv. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados.
- v. Eficiencia del uso de la energía en redes de riego presurizadas.
- vi. Principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas.

4.35.1.2. Cursos específicos

CURSO ESPECÍFICO 1: Sensores para la medida del potencial o contenido de agua en el suelo: Instalación, mantenimiento e interpretación de las lecturas

El curso contiene aspectos específicos sobre la adecuada instalación y el uso e interpretación de datos procedentes de los distintos dispositivos que sirven de apoyo para una gestión eficiente del agua en el perfil de suelo afectado por el riego (por goteo o por aspersión).

Los objetivos principales del curso de formación son:

1. Conocimiento de los sensores de medida de contenido de agua en el suelo (selección de los puntos más adecuados para situar dichos sensores y consideraciones para su instalación y mantenimiento) a fin de mejorar la eficiencia en el uso del agua y fertilizantes, sin que se produzcan mermas productivas o detrimento de la calidad de las cosechas obtenidas. Se contemplará la posibilidad de ofrecer una visión más detallada del conjunto de sensores que se encuentren implementados en la comunidad de regantes en donde se imparta la formación.

2. Interpretación de los datos que proporcionan los sensores con el fin de programar con precisión tanto la dosis como el momento de aplicación óptimo de un riego, satisfaciendo así las necesidades hídricas del cultivo en cada época del año y fase de desarrollo.

CURSO ESPECÍFICO 2: Estaciones de control de retornos de riego con drenaje subsuperficial. Elementos y sensores

Este curso específico de formación es relativo al contenido de la directriz 2. Se tratarán aspectos relacionados con el control de la calidad del agua de salida, es decir, de los retornos de riego que drenan a aguas subterráneas.

Los objetivos principales de estos cursos de formación son:

1. Conocer la normativa vigente, europea, nacional y de las comunidades autónomas en materia relacionada con la contaminación difusa de fuentes agrarias.
2. Sensibilizar al sector agrario sobre los problemas que las malas prácticas agrícolas en riego y fertilización tienen sobre el medio ambiente, y, en especial, sobre las masas de agua que reciben los retornos de riego.
3. Dotar al sector agrícola de regadío de los conocimientos básicos sobre cómo implementar una red de control de calidad de los retornos de riego, las infraestructuras que lo componen, los sensores y equipos más comunes, así como prácticas de mantenimiento de la red.
4. Ayudar a interpretar los datos que proporciona la red para establecer cambios en las prácticas culturales (riego y fertilización, especialmente).
5. Estrategias para reducir el impacto ambiental de la actividad agraria mediante prácticas de riego y fertilización adecuadas.

CURSO ESPECÍFICO 3. Estaciones de control de retornos de riego con drenaje superficial. Elementos y sensores.

En este curso se tratarán aspectos relativos al control de la calidad del agua de salida en los sistemas de regadío, es decir, de los retornos de riego que drenan a cauces superficiales.

El contenido formativo está orientado a la implementación de una red de control en drenajes superficiales, cuyos objetivos principales son:

1. Conocer el propósito de una red de control de los retornos de riego. Optimización del uso de los recursos. Disminución del impacto ambiental. Conocer la normativa vigente.
2. Diseño e instalación de una estación de control de retornos de riego con drenaje superficial. Localización de los puntos de aforo, infraestructuras a instalar, variables a medir, sensores necesarios y mantenimiento de la estación.
3. Establecer rangos permisibles de las diferentes variables en función de las condiciones locales e interpretación básica de los datos.

CURSO ESPECÍFICO 4: Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ecológica de los paisajes agrarios de regadío.

Se impartirá además un curso de formación específico en relación con las directrices 3 y 4 elaboradas por el CSIC titulado “Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ambiental de

los paisajes agrarios de regadíos” en el que se aplican los conocimientos adquiridos en el curso de contenidos comunes también desarrollado a través de las directrices del CSIC en el ámbito del PRTR, en el que se tratará los principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas y las estructuras vegetales de conservación y mejora de la habitabilidad para la fauna acompañante al paisaje agrario. Contenidos:

Introducción: Recapitulación del módulo 6 del curso general de contenidos comunes, metodología y técnicas para la diversificación del paisaje rural.

- i. Normativa vigente.
- ii. Infraestructura verde. Soluciones basadas en la naturaleza. Renaturalización.
- iii. Implementación de barreras vegetales: localización, diseño, ejecución y mantenimiento.
- iv. Implementación de acciones para la conservación de fauna en los paisajes de regadío.
- v. Casos prácticos a realizar

4.35.2. Medidas para el control de los efectos sobre la atmósfera

Con el fin de minimizar las afecciones sobre la calidad del aire en el entorno de las obras, debe aplicarse esta medida preventiva que incluye el riego de superficies pulverulentas dirigida a evitar la emisión de partículas en suspensión en el aire y su acumulación como lechos de polvo sobre la vegetación o el suelo.

Esta recae sobre las principales acciones del proyecto generadoras de polvo o partículas en suspensión, que fundamentalmente son: acopio y el transporte de materiales pulverulentos, los desbroces, las excavaciones y movimientos de tierras, y el propio movimiento de vehículos y maquinaria por viales que no se encuentren asfaltados.

La periodicidad de los riegos se adaptará a las características de las superficies a regar y a las condiciones meteorológicas, siendo más intensos en las épocas de menores precipitaciones, de modo que no se generen nubes de polvo apreciables en el entorno de las obras o en los viales de acceso.

Se realizará una media de dos riegos diarios en la época estival, si bien esta periodicidad se modificará tras las inspecciones visuales que permitan determinar la necesidad de ampliar o reducir la periodicidad de los riegos para el cumplimiento de la legislación vigente.

4.35.3. Medidas para el control de los efectos sobre el suelo

4.35.3.1. Hidrosiembra de los taludes de la balsa frente a la erosión

Para conseguir una rápida colonización y desarrollo de la vegetación para evitar los efectos de la erosión, se realizará una hidrosiembra en todo el talud exterior de la balsa de regulación con objeto de crear un tapiz herbáceo que afiance el suelo en sus inicios y que, con el tiempo, permita la implantación de forma natural de otras especies herbáceas y arbustivas locales.

Para servir de sustrato inicial de siembra será reincorporada a los taludes de la balsa la tierra vegetal que se encontraba en la parte superficial del suelo excavado para la construcción del vaso de la misma,

estableciendo un espesor de unos 20 cm, lo que resulta un volumen de tierra vegetal de unos 1.722 m³ para una superficie de taludes de unos 6.890 m².

Para la elección de las especies a emplear en la hidrosiembra se ha impuesto la necesidad de asegurar su compatibilidad con la integridad estructural de los taludes de las balsas, descartando aquellas especies cuyo sistema radicular pueda profundizar en exceso en el material del dique y crear cavidades por las que se infiltre el agua generando fallos de estabilidad. Por ello se llevará a cabo con una mezcla que contiene gramíneas y leguminosas capaces de afianzar el terreno sin generar problemas estructurales.

Diseño de la medida:

Las hidrosiembra del talud exterior de la balsa se realizará mediante un único pase de hidrosembradora empleando una mezcla de semillas de herbáceas con una proporción de semillas 2/1 entre gramíneas y leguminosas, las cuales satisfacen lo siguientes objetivos:

- Rápido crecimiento inicial
- Tienen que permitir cubrir la totalidad de la superficie en un espacio corto de tiempo incrementando el éxito de la plantación
- Tener un sistema radical denso
- Ser duraderas y persistentes ante acciones erosivas del suelo
- Servir como plantas nutricias o como refugio para polinizadores e invertebrados.

Las especies que se han escogido para llevar a cabo la hidrosiembra dentro de la mezcla son:

Familia	Especie	Densidad (kg/ha)
Poaceae	<i>Agropyrum cristatum</i>	45
	<i>Festuca arundinacea</i>	45
	<i>Lolium rigidum</i>	75
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i>	45
	<i>Mellilotus officinalis</i>	45
	<i>Retama sphaerocarpa</i>	12
	<i>Trifolium subterraneum</i>	30

Dada la pendiente del talud exterior de la balsa, se aportará una densidad alta de semillas con 40 g/m² aportada junto con otros componentes descritos en la siguiente tabla:

Hidrosiembra	Pase de hidrosembradora
Mezcla de semillas herbáceas	30 g/m ²
Estabilizador	60 g/m ²
Mulch	70 g/m ²
Abono	50 g/m ²
Polímero absorbente	5 g/m ²
Agua	4 g/m ²

La aplicación de esta medida se ha desarrollado siguiendo lo establecido en las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC), en el ámbito del Plan de Recuperación, transformación y Resiliencia.

4.35.4. Medidas de control sobre los efectos sobre el medio hídrico

4.35.4.1. Programa automatizado de riego mediante balance de agua en el suelo y ET

Con el objeto de conseguir una optimización en el uso de los recursos hídricos empleados para el riego en la CRR de la Ribera Alta del Porma, se desarrolla la implementación de una Plataforma para la Monitorización y Optimización del Riego (PMOR) dentro de la gestión mediante un sistema de programación de los riegos basado en la determinación del balance de agua en el suelo cultivado empleando técnicas de teledetección, el concepto de evapotranspiración y el coeficiente de cultivo (K_c).

La implementación de esta metodología descansa en tres pilares:

- Formación al personal y regantes de la comunidad de regantes,
- Integración de mapas temáticos de los suelos de la comunidad de regantes y;
- Desarrollo y aplicación de un programa informático para la asesoría sobre el riego.

Las acciones formativas se recogen en el presente EsIA como una medida preventiva en fase de explotación, estando dirigidas al personal de las comunidades de regantes para que divulguen el uso del cálculo de las necesidades de riego de acuerdo con la evapotranspiración de los cultivos para optimizar el riego por aspersión.

En lo que respecta a la integración de mapas temáticos, tratando estos de la caracterización textural del suelo de la zona regable y la representación de la capacidad de retención de agua disponible en el suelo (CRAD), serán obtenidos de los recursos públicos desarrollados a nivel autonómico por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL), integrándose dentro de la PMOR.

Esta PMOR deberá quedar incluida como un módulo más dentro del programa de gestión de riegos de la CRR, dónde la metodología aplicada para desarrollarla se basa en calcular a un futuro cercano de 7 días la cantidad y el momento de aplicación del riego a través del balance de agua, al objeto de mantener el nivel de agua en el suelo (NAS) a base de reponer las pérdidas por evapotranspiración de referencia (ET_o) acumulada desde el momento de aplicación del último riego.

Resumiendo el proceso de cálculo, en la programación automática se establece el momento de aplicación de un riego cuando el nivel de agua en el suelo obtenido de la ecuación de balance de entradas y salidas de agua es inferior a la dosis de riego neta multiplicada por un margen de riego, lo que impide que se supere la capacidad de campo del suelo y se produzcan pérdidas por percolación y escorrentía.

Todos los parámetros de la ecuación de balance son dependientes del tipo de suelo, del clima característico de la zona y del tipo de cultivo que se implante en cada parcela.

Se establece la programación del riego aplicando la siguiente ecuación de balance de agua:

$$NAS_T = NAS_{T-1} + R_E + P_E - ET$$

Donde:

- NAS_T : Nivel de agua en el suelo para el día t
- NAS_{T-1} : Nivel de agua en el suelo del día anterior
- R_E : Riego efectivo
- P_E : Precipitación efectiva

- **ET:** Evapotranspiración

Para poder determinar el momento del riego y su cantidad en base a las extracciones debidas a la evapotranspiración, se emplean ecuaciones estimativas que permiten calcular la ETo a partir de datos de temperatura máxima y mínima del aire, velocidad de viento y precipitación, obteniéndose estos de AEMET para la ubicación propuesta.

Las ecuaciones empleadas en el sistema de predicción son las que se recogen en el Estudio de la F.A.O. de Riego y Drenaje N.º 56, *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*, apartado 4. Determinación de la ETo. Procedimiento de cálculo en caso de datos faltantes

Para completar la base del sistema, es necesario conocer el valor de la evapotranspiración de los cultivos (ETc), obtenida a partir de la evapotranspiración de referencia (ETo) multiplicada por el coeficiente de cultivo (Kc):

$$ETc = ETo \times Kc$$

La ETc representa las extracciones de agua por vía evaporativa para cada tipo de cultivo. Estas extracciones o pérdidas son aquellas que han de ser repuestas a través de los riegos para mantener equilibrado el balance aportaciones-extracciones de agua en el suelo dentro de unos límites definidos como la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, punto superior e inferior del volumen de agua en el suelo respectivamente, que asegura la disponibilidad del agua para las plantas.

A fin de caracterizar el cálculo de la ETc en base a las condiciones locales de los cultivos, desde la gestión de la CRR se llevará a cabo un estudio para determinar los Kc de los cultivos aplicando métodos de teledetección para su caracterización regional, metodología que ya aplican otras comunidades de regantes en en la zona. Con esto se consigue adaptar la curva fenológica de cada cultivo de forma que se ajuste mucho más a la situación real para la ubicación de su zona regable, permitiendo un mejor ajuste a la hora de caracterizar la evapotranspiración de los cultivos y, por consiguiente, las extracciones producidas y las necesidades de riego.

Además, dentro del procedimiento de cálculo se tienen en cuenta las condiciones edáficas de los suelos, datos que son proporcionados por los propios regantes al inicio de la campaña de riego y que son complementados por los mapas temáticos de los suelos de Castilla y León desarrollados por el ITACyL dentro de la [Oficina del Regante](#) y los recursos de [InfoRiego](#).

Con todo ello, se realiza una programación de los riegos automatizados de tal forma que sean aplicados en el momento y volumen ajustados a las necesidades, favoreciendo el ahorro y la eficiencia en las aplicaciones de los mismos sin que suponga un detrimento para los rendimientos productivos.

Los detalles técnicos de la programación automática de los riegos y las ecuaciones que determinan el balance de agua en el suelo y la previsión futura de las necesidades, pueden ser consultadas en el *Anejo -Telecontrol* del proyecto donde, además, se incluye el pliego de condiciones que deberá cumplir la PMOR para quedar completamente integrada dentro del propio programa de gestión de riegos de la CRR.

El desarrollo de esta medida se ha basado en las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC), en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

4.35.4.2. Sistema de monitorización para el control y seguimiento de la calidad de los retornos de riego subsuperficiales

Se considera necesario desarrollar la presente medida para realizar el seguimiento de la calidad de los retornos superficiales sobre estas masas y asegurar que se mantienen o se mejoran los indicadores que se relacionan con las exportaciones de nutrientes y fitosanitarios relacionados con la actividad agrícola de la CRR.

Para ello, se establecen un total de cuatro puntos que integran la red de control y seguimiento de la calidad de los retornos superficiales, formada por tres estaciones de aforo pertenecientes a la red de control SAIH-ROEA de la CHD, ubicadas en el cauce de las masas 30400829-Río Porma 5, 30400039-Río Bernesga 8 y 30400040-Río Esla 6; así como un nuevo punto a ubicar aguas debajo de la convergencia de los ríos Esla y Bernesga donde se instalará un equipo de medición de caudal de tipo radar para el registro de los flujos de agua y donde, junto con las otras tres estaciones de aforo, será donde se tomen las muestras de agua para el análisis de los parámetros de calidad.

La red de control y seguimiento de la calidad de los retornos superficiales se compone de los cuatro puntos siguientes:

- **Punto n.º 1:** entradas. Masa superficial 30400829-Río Porma 5. Estación 'PORMA 5' ES020ESPF004300770 (red SAIH-ROEA de la CHD código 2112). Ubicada en Secos del Porma, coordenadas UTM H30N: X= 302696 / Y = 4719324.
- **Punto n.º 2:** entradas. Masa superficial 30400039-Río Bernesga 8. Estación 'BERNESGA 9' ES020ESPF004300033 (red SAIH-ROEA de la CHD código 2119). Ubicada en Alija de la Ribera, coordenadas UTM H30N: X= 291637 / Y = 4710945.
- **Punto n.º 3:** entradas. Masa superficial 30400040-Río Esla 6. Estación 'ESLA 5' ES020ESPF004300086 (red SAIH-ROEA de la CHD código 2111). Ubicada en Mansilla de las Mulas, coordenadas UTM H30N: X = 304954 / Y =4709856.
- **Punto n.º 4:** salidas. Nuevo punto de medición del caudal y calidad de aguas en masa superficial 30400040-Río Esla 6. Coordenadas UTM H30N: X= 292631 / Y= 4704820.

La definición detallada de esta red de control de los retornos superficiales se incluye en el presente proyecto a través del Anejo. - Estudio agronómico.

En la fase de explotación del proyecto dará comienzo el seguimiento del contenido de nutrientes y otros iones potencialmente contaminantes de las masas de agua superficiales con respecto a la actividad agrícola para la zona modernizada, con el objetivo fundamental de su estudio y posterior control de las exportaciones de nutrientes y fitosanitarios que generan la contaminación difusa a través de estos flujos de retorno.

Para el control de la calidad química de los retornos de riego en aguas superficiales se deberán medir los siguientes parámetros a través de una toma de muestras mediante el equipo instalado:

- Conductividad eléctrica
- Nitrato
- Fósforo
- Plaguicidas
- Componentes mayoritarios

Las muestras serán recogidas de forma manual según la frecuencia programada y llevadas al laboratorio para su análisis.

Se propone un programa de muestreo diferenciado para los meses coincidentes con la campaña de riego y otro para los meses que quedan fuera de esta. El programa propuesto sería el siguiente:

CE	NO ₃	PO ₄	Plaguicidas	Componentes mayoritarios
Semanal		Mensual		Semestral

CE	NO ₃	PO ₄	Plaguicidas	Componentes mayoritarios
Mensual		Bimensual		Semestral

Este programa de muestreo se plantea para el primer año de seguimiento, siendo adaptado en los sucesivos de acuerdo a la interpretación y estudio de los datos recabados.

Como protocolo general para la medición del caudal circulante, se procederá a un registro en continuo en la masa 30400040-Río Esla 6 mediante el equipo datalogger asociado al sensor radar, mientras que para las estaciones de aforos de la CHD ubicadas en las masas 30400829-Río Porma 5, 30400039-Río Bernesga 8 y 30400040-Río Esla 6; se obtendrán los datos de caudal en tiempo real coincidentes con el momento en el que se tomen las muestras de agua, publicados a través de la web de la Confederación www.saihduero.es.

El desarrollo de esta medida se ha basado en las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC), en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

4.35.4.3. Sistema de monitorización para el control y seguimiento de la calidad de los retornos de riego superficiales

Al objeto de poder recabar información acerca de las repercusiones que supone la modernización del sistema de riego sobre la calidad de los retornos de riego y la evolución del estado de la masa subterránea 400008-Aluviales del Esla-Cea, se ha diseñado la ejecución de una serie de sondeos para conformar una red de control y seguimiento de la calidad de dichos flujos de retorno subsuperficiales asociados a la zona regable de la CRR de la Ribera Alta del Porma.

Se ejecutarán un total de 4 sondeos mixtos para componer la red de seguimiento, de modo que su ubicación se encuentre en la convergencia del flujo preferente de la masa subterránea para recabar datos

sobre la evolución del nivel piezométrico a la vez que se establecen como los puntos para realizar la toma de muestras de aguas que se analizarán en el laboratorio para definir los parámetros de calidad.

Como criterios de partida, se establece la ejecución de los cuatro puntos de monitorización como sondeos a una profundidad aproximada de 10 m, dato que se ajusta a la potencia estimada del material cuaternario.

Si bien los cuatro sondeos han sido propuestos también para monitorear la piezometría de las aguas subterráneas en la zona de actuación, deben de establecerse los siguientes criterios para asegurar su correcto funcionamiento dentro del seguimiento del nivel de agua en la masa:

- Los dos puntos de control piezométrico ubicados en la zona de confluencia de los retornos de riego (zonas de descarga o salida de flujo), deben estar situados a más de 1 km de pozos actualmente en explotación, con un volumen superior a $>7.000 \text{ m}^3/\text{año}$.
- Así mismo, también el tercer y cuarto punto se deberán ubicar para el control de la presión extractiva del acuífero, dónde éstos disten de un pozo en funcionamiento menos de 5 kilómetros.

Con el sondeo situado aguas abajo respecto la dirección de flujo, se podrá calcular el gradiente hidráulico y su evolución a lo largo del tiempo.

La localización definitiva de los cuatro sondeos dependerá de la accesibilidad y los permisos pertinentes, así como los resultados que se obtengan del estudio hidrogeológico que se realizará de la zona, en el que se analizarán las ubicaciones concretas para ejecutar los sondeos que formarán la red de control de flujos de retorno subsuperficiales, así como sus características constructivas en función de las principales formaciones geológicas de captación y su viabilidad técnica, recopilando las conclusiones y propuesta de ejecución a través de un informe final.

Para la toma de muestras de aguas subterráneas, se plantea una recogida manual mediante bailer o bombas portátiles, muestras que serán enviadas posteriormente al laboratorio para el análisis de los indicadores de calidad.

Por otra parte, como los cuatro puntos de control serán empleados para el seguimiento del nivel piezométrico de la masa subterránea, todos ellos serán dotados de sensores de control de nivel freático (sonda piezo-resistiva) con medición en continuo a través de un módulo de adquisición de datos o “data-logger” ubicado fuera de la cabeza de sondeo, alojado en una arqueta para proteger el equipo de registro y el propio acceso al sondeo.

Para determinar los principales parámetros hidrodinámicos del acuífero, será necesario también la realización de un ensayo de aforos en cada uno de los sondeos ejecutados, de forma que se recopilen los datos de partida sobre los que se fundamentará el consiguiente seguimiento de la masa subterránea 400008-Aluviales del Esla-Cea.

En el control de la calidad química de los retornos de riego en aguas subterráneas se deben medir los siguientes parámetros: conductividad eléctrica, nitrato, nitrito, amonio, fósforo, plaguicidas y componentes mayoritarios; a los que además se asocian también la medida in situ de la temperatura del

agua, temperatura del aire, pH, Eh (potencial Redox), conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, como marcan los protocolos habituales del muestreo en aguas subterráneas.

Se aplican las siguientes frecuencias en los muestreos para cada parámetro al tratarse de una masa de agua subterránea de tipo “aluvial”:

CE	NO ₃	NO ₂	NH ₄	PO ₄	Plaguicidas	Componentes mayoritarios
Mensual	Mensual	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Semestral	Semestral

Este programa de muestreo se plantea para el primer año de seguimiento, siendo adaptado en los sucesivos años de acuerdo a la interpretación y estudio de los datos recabados y las conclusiones derivadas en los correspondientes informes.

El desarrollo de esta medida se ha basado en las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC), en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

4.35.5. Medidas de control sobre los efectos sobre la flora y la vegetación

4.35.5.1. Plantación de arbustos y árboles aislados en el recinto de la balsa y de la estación de bombeo

Ante la carencia que presentan los entornos agrícolas en cuanto a la presencia de masas arbustivas y árboles, se plantea a través de esta medida llevar a cabo una plantación al objeto de compensar esta situación.

Como especies de árboles se han seleccionado aquellas que presentan una alta capacidad de adaptación al suelo de la zona, a las sequías y que no requieran de un mantenimiento una vez se hayan implantado, siendo:

- encinas (*Quercus ilex* L.),
- quejigos (*Quercus faginea* Lam.),
- y fresnos (*Fraxinus excelsior* L.);

Con los mismos criterios se han seleccionado las especies de arbustos, siendo:

- rosa canina (*Rosa canina* L.),
- rosa silvestre (*Rosa micrantha* Borrer ex Sem.),
- retama (*Cytisus scoparius* (L.) Link),
- ailaga (*Genista scorpus* (L.) DC),
- y jaras (*Cistus scoparius*).

Estas plantaciones serán de tipo aislado, es decir, distribuirán los ejemplares buscando abarcar todo el espacio disponible en los recintos de la balsa de riego y de la estación de bombeo.

Tanto para el caso de los árboles como para los arbustos, las especies podrán ser reemplazadas siempre que guarden similitudes con las propuestas en cuanto a adaptabilidad a la zona, resistencia a la sequía y bajo mantenimiento.

A modo orientativo, dado que la ubicación exacta se fijará en las operaciones de replanteo previo de la actuación, los árboles y arbustos serán plantados en los espacios disponibles en los vértices del recinto

de la balsa de riego y con una distribución variable con distancias entre 15-30 m en el recinto vallado de la estación de bombeo, al objeto de dejar un espacio libre para que sea colonizado de forma natural a lo largo de los años por especies de menor porte típicas de la zona, llevando a cabo un mantenimiento manual o mecánico para el control de hierbas, nunca empleando herbicidas.

El diseño de esta medida se ha basado en las indicaciones recogidas en las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones (CEBAS-CSIC), en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

4.35.6. Medidas de control sobre los efectos sobre la fauna

4.35.6.1. *Plantación de barrera vegetal para el fomento de polinizadores y enemigos naturales*

El objetivo principal de esta medida es favorecer la presencia de insectos polinizadores y de enemigos naturales a través de la implantación de una estructura vegetal a modo de banda continua con la que se les ofrece cobijo y alimento. De forma secundaria la disposición de esta banda de vegetación alrededor de los vallados busca fomentar la conectividad ecológica entre los terrenos ocupados por las nuevas infraestructuras, de modo que estos nuevos elementos no supongan un obstáculo para los desplazamientos de la fauna, así como incrementar la variabilidad de especies vegetales en un paisaje agrario.

Fomentando la presencia de insectos a través de la selección de especies arbustivas aromáticas, se pretende atraer a especies que resultan beneficiosas para el desarrollo de los cultivos por su acción polinizadora o por actuar como enemigos naturales dentro del control de plagas en el manejo de los cultivos.

Las plantaciones de especies arbustivas a modo de bandas de vegetación se realizarán en el perímetro de la planta fotovoltaica, en el vallado norte y este del recinto de la balsa y en la zona oeste y sur del espacio destinado a la mejora de la habitabilidad de la fauna.

En la selección de especies se han priorizado aquellas que presentan mayor rusticidad y adaptabilidad a las condiciones propias de la zona del proyecto, con capacidad de resistir tanto a situaciones de sequía como a heladas, a la vez que, con la propia composición de especies, consigan ampliar el período disponible de flores con la sucesión de sus épocas de floración. Todas ellas pueden considerarse especies aromáticas por su gran capacidad de atracción de polinizadores.

Con todo ello, las especies arbustivas propuestas para estas bandas son:

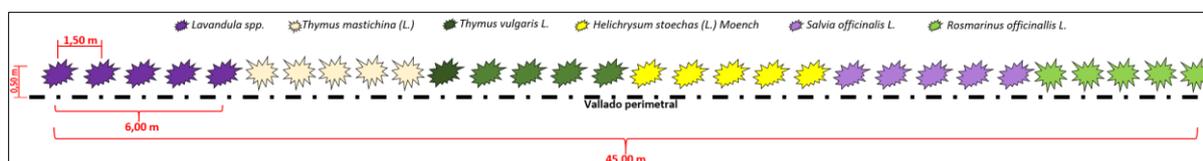
Nombre científico	Nombre común	Meses de floración												Aptitud		
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enemigos naturales	Polinizadores	Erosión
<i>Helichrysum stoechas</i>	manzanilla bastarda														1	4
<i>Lavandula spp.</i>	espliego													2	1	5
<i>Rosmarinus officinallis</i>	romero													4	5	5
<i>Salvia officinalis</i>	salvia blanca														3	5
<i>Thymus mastichina</i>	tomillo blanco													3	3	5
<i>Thymus vulgaris</i>	tomillo														5	5

Se podrán reemplazar las especies antes citadas siempre que guarden similitudes con las propuestas en cuanto a sus características de adaptación a la zona y el potencial atrayente para insectos.

Las bandas se diseñan con una única fila, y un marco de plantación entre pies de planta de 1,5 m, encontrándose al menos a 0,5 m de separación respecto al eje del vallado en previsión de su futuro crecimiento.

Dadas las grandes dimensiones del perímetro de la zona de recuperación ambiental y del perímetro vallado de la balsa, se implantará la banda de arbustos intercalando espacios continuos entre ellos en tramos con una longitud no superior a 50 m, de modo que pueda cubrirse mayor espacio y cumplir con los objetivos de la medida con el mismo número de plantones.

A continuación, se aporta el marco de plantación de la banda de arbustos aromáticos a implantar:



El diseño de esta medida se ha basado en las indicaciones recogidas en las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones (CEBAS-CSIC), en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

4.35.6.2. Ejecución de charcas para la mejora de la habitabilidad de la fauna

Al objeto de mejorar la habitabilidad de la fauna, se diseña la ejecución de unas pequeñas charcas dentro de una parcela situada al norte de la nueva balsa de riego, la cual se ha reservado dentro de zona regable para albergar las medidas destinadas a compensar los efectos ejercidos por el regadío y la actividad agrícola sobre la fauna y la vegetación entendiéndose, por tanto, como una zona de recuperación ambiental.

Con estas charcas también se pretende ofrecer una alternativa para los animales en respuesta a la ejecución de la nueva balsa de riego, de modo que se ponga a su disposición el recurso agua durante la época estival y se evite que acudan a la misma, reduciendo el riesgo que estas infraestructuras suponen para la fauna. Especialmente será el caso de los anfibios los cuales podrán acudir a estas charcas para llevar a

cabo las fases de reproducción y desarrollo de los juveniles al ofrecerles refugio y alimento, consiguiendo así favorecer el asentamiento de poblaciones estables en la zona.

En total, esta zona de recuperación ambiental o de mejora de la habitabilidad para la fauna contará con una superficie de 3,73 hectáreas siendo emplazada al norte de la balsa de riego que será ejecutada con el proyecto. Para permitir el libre acceso a la fauna carecerá de toda clase de cerramiento perimetral.

Se han diseñado 4 charcas, donde las charcas n.º 1 y n.º 3 contarán con unas dimensiones aproximadas de 120 m² de superficie en planta, y las charcas n.º 2 y n.º 4 con una superficie de 200 m².

Para una mejor integración de las charcas y hacer que resulte atractivo también para los anfibios y reptiles, se dispondrá de un cordón de bolos en su perímetro a modo de rocalla que servirá de refugio para estos.

Detrás de este cordón se plantará una banda con especies arbustivas aromáticas con una separación entre pies de planta de 5 m. El objetivo de esta plantación es poder disponer de una estructura vegetal en las fases iniciales de ejecución de las charcas, la cual ofrecerá cobijo a la fauna que acuda a ellas.

Las especies arbustivas propuestas para esta plantación perimetral es similar a la que se ha expuesto en otras medidas de este EsIA, siendo:

- tomillos (*Thymus vulgaris* L., *Thymus mastichina* L.),
- romero (*Rosmarinus officinalis* L.),
- espliego (*Lavandula angustifolia* Mill.);
- y manzanilla bastarda (*Helichrysum stoechas* (L.) Monech).

Estas especies podrán ser reemplazadas por otras siempre que cumplan la misma función y adaptabilidad a las condiciones del terreno y clima de esta ubicación.

Las charcas se ejecutarán mediante excavación mecánica del vaso hasta una profundidad de unos 0,50 m, creando una pendiente suave en sus bordes de modo que se facilite la entrada y salida animales de menor tamaño, especialmente a los anfibios.

Aprovechando el alto contenido en arcillas que presenta el suelo de la zona, la impermeabilización del vaso se realizará mediante compactado del propio terreno, sobre el cual se aportará una capa de arena de río de unos 10 cm.

El suministro de agua para estas charcas se llevará a cabo mediante canalizaciones en tierra aprovechando una toma ya existente en el Canal de Arriola ubicada en las inmediaciones de esta zona de recuperación. Contarán con una profundidad aproximada de 25 cm y un ancho de 0,80 cm aprovechando el desnivel natural del terreno para distribuir el agua hasta cada una de las charcas.

Por la dinámica de las precipitaciones en la zona de estudio, será necesario mantener el suministro de agua a las charcas durante la época estival, momento en el que se acusa un descenso de las lluvias. El resto del año serán abastecidas de forma natural acorde con las lluvias estacionales.

El diseño de esta medida se ha basado en las indicaciones recogidas en las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones (CEBAS-CSIC), en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

4.35.6.3. *Instalación de cajas nido para aves*

El objetivo de esta medida es aumentar los recursos no tróficos para la avifauna mediante la instalación de cajas nido de forma que se fomente su presencia dentro de un entorno eminentemente agrícola y se obtengan los beneficios que entraña su presencia para la agricultura por su potencial control de plagas por parte de las especies insectívoras.

En total se instalarán 38 cajas nido de las cuales 33 unidades serán cajas para pequeñas aves con frente abierto o con una abertura de diámetro < 30 mm, y 5 unidades específicas para pequeñas aves rapaces.

Previo desarrollo de la prospección para determinar la mejor ubicación de las medidas dirigidas a la fauna dentro del EsIA, estas cajas nido podrán ser instaladas a lo largo de los vallados de la balsa de riego, de la estación de bombeo, planta fotovoltaica o dentro de la zona destinada a la mejora de la habitabilidad para la fauna. A través de esta prospección se elegirán las especies destino y se podrán establecer ubicaciones alternativas dentro de la zona regable siempre que se cuenten con los permisos pertinentes para su instalación.

De modo general, se establece como requisito para su instalación priorizar que la ubicación de las cajas nido permita una orientación entre N y SE con el fin de evitar el exceso de insolación o calor.

Las cajas para pequeñas aves preferentemente se colgarán de la rama de los árboles frente a ser atornilladas a su tronco de modo que se evite dañar al árbol. Para ofrecer una mayor seguridad frente a predadores, la altura mínima de instalación (siempre que sea posible) se encontrará a unos 3,5- 4 m del suelo, intentando evitar daños por las personas.

Estas cajas para pequeñas aves contarán con un frente abierto o con un diámetro de entrada <30 mm que actuará de filtro de las especies que puedan anidar en ellas, seleccionando principalmente especies de marcado carácter insectívoro.

La instalación de las cajas nido específicas para pequeñas aves rapaces se buscarán ubicaciones que permitan su instalación a una altura de 4-5 m, bien sobre árboles de gran tamaño o aprovechando la altura que ofrecen las nuevas construcciones.

El diseño de esta medida se ha basado en las indicaciones recogidas en las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones (CEBAS-CSIC), en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

4.35.6.4. *Instalación de refugios para quirópteros*

En las zonas agrarias intensivas existe poca disponibilidad de refugios para quirópteros (murciélagos), por lo que se desarrolla esta medida enfocada a incrementar la disponibilidad de refugios para estos y facilitar el asentamiento de nuevas colonias. A su vez, al igual que se mencionó para las aves, dado que los murciélagos son insectívoros su presencia podrá contribuir también al control de plagas.

Se colocarán 12 refugios para murciélagos, distribuidas por las fachadas de la nueva estación de bombeo, adaptando el modelo de refugio a las especies destino que se determinen a través de la prospección previa para determinar la mejor ubicación de las medidas dirigidas a la fauna dentro del EsIA.

Se optará por la instalación de refugios específicos para murciélagos cuyo acceso se realiza a través de la base del mismo para evitar la competencia para su ocupación entre aves y murciélagos.

De modo general, al ser los murciélagos gregarios, resulta adecuado distribuir los refugios en grupos en los que las cajas individuales disten entre sí menos de 20 m donde los accesos estén despejados de ramas, cables u otros obstáculos.

El diseño de esta medida se ha basado en las indicaciones recogidas en las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones (CEBAS-CSIC), en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

4.35.6.5. *Instalación de refugios para insectos*

De forma complementaria a las barreras vegetales para el fomento de polinizadores y enemigos naturales, se incluye la instalación de 75 refugios para insectos con el objetivo de dotar de cobijo en las fases iniciales de desarrollo de las estructuras vegetales o en aquellos lugares en los que no es posible la creación de estas plantaciones.

Serán instaladas en puntos dispersos a lo largo del vallado de la planta fotovoltaica, de la balsa de regulación y de la estación de bombeo, en aquellos tramos del vallado en los que no se haya definido la plantación de bandas de vegetación, donde estos refugios compensen esta falta de refugio para los insectos.

La ubicación concreta de estos refugios se determinará una vez se hayan ejecutado los cerramientos de las nuevas infraestructuras y las plantaciones, adaptando los emplazamientos a los objetivos descritos para el funcionamiento de esta medida.

El diseño de esta medida se ha basado en las indicaciones recogidas en las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones (CEBAS-CSIC), en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

4.35.6.6. *Instalación de redes antiatrapamiento para la fauna en la balsa de riego*

Para evitar la entrada de animales al vaso de la balsa, el cerramiento perimetral contará con un vallado cinegético sin ningún tipo de concertina o alambre de espino que pueda causar heridas a los animales en su intento de traspasar la valla.

En previsión de que algún animal accediese al interior del vaso de la balsa y reducir el peligro que estas estructuras entrañan para la fauna, se instalarán 15 redes de nylon trenzado o similar, de modo que se facilite la salida a aquellos animales que pudieran haber caído accidentalmente en su interior. Con ello se pretende evitar que se ahoguen en su intento de salir del agua, ya que la lámina plástica que se emplean para impermeabilizar la balsa resulta muy resbaladiza.

Para que sean aptas para animales de todos los tamaños, las mallas tendrán un ancho de mínimo de 1,00 m y un paso de huecos de 30 x 30 mm, repartidas por el perímetro de la coronación de la balsa cada

90 m aproximadamente, de tal modo que se dispongan de suficientes vías de escape por todos los lados de la coronación. Serán ancladas tanto al fondo de la balsa como al borde de la coronación de forma firme para evitar que se desprendan con las subidas y bajadas del nivel del agua durante las jornadas de riego.

El diseño de esta medida se ha basado en las indicaciones recogidas en las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones (CEBAS-CSIC), en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

4.35.6.7. *Instalación de elementos frente al riesgo de colisión y electrocución para las aves con tendidos eléctricos*

Todo tendido eléctrico aéreo de nueva ejecución mediante conductores desnudos ha de contar con elementos de protección para las aves frente al riesgo de colisión y electrocución según los artículos 6, 7 y 8 del Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, *por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.*

Si bien dentro de este proyecto no se incluye la ejecución de ninguna instalación de alta tensión en aéreo, pues únicamente se contempla un nuevo apoyo en el punto de entronque con la línea de la distribuidora eléctrica para proceder a realizar un paso aéreo-subterráneo, es de aplicación este R.D. 1432/2008 para esta nueva conexión.

Por ello, serán instalados los correspondientes elementos de protección que eviten la colisión y electrocución de las aves cuando se ponga en servicio el entronque aéreo-subterráneo y su apoyo: medios anticolidión y medios antielectrocución (aislamiento de elementos metálicos o en tensión), tal y como se especifica dentro del correspondiente anejo de instalación eléctrica de alta tensión.

El diseño de esta medida se ha basado en las indicaciones recogidas en las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones (CEBAS-CSIC), en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

4.35.7. Medidas de control sobre los efectos sobre el paisaje

4.35.7.1. *Estructura vegetal perimetral a la estación de bombeo para su integración en el paisaje*

Esta barrera vegetal tiene el objetivo principal de mitigar el impacto visual provocado por la nave de la estación de bombeo, diseñando para ello una barrera a modo de apantallamiento ubicada en la parte frontal del vallado de la estación de bombeo. Se empleará la especie *Buxus sempervirens* o seto boj con un marco de plantación de 1,50 m entre pies de planta a lo largo de unos 550 m lineales.

De igual modo, dada la versatilidad que ofrecen las estructuras vegetales, esta barrea permitirá hacer de corredor entre los diferentes espacios que ocupan las infraestructuras del proyecto, pues mantiene la continuidad entre las diferentes estructuras vegetales que se implantarán en el recinto de la balsa, la planta fotovoltaica y en la zona de recuperación ambiental destinada a la mejora de la habitabilidad de la fauna.

La especie escogida se caracteriza por su resistencia a la sequía y a las heladas, adaptada a ubicaciones tanto de insolación directa como de umbría, siendo ampliamente utilizada como planta ornamental para la creación de este tipo de setos por la densidad de sus ramificaciones.

El desarrollo de esta medida se ha basado en las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC), en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

4.36. 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.

4.37. 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.

4.38. 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.

4.39. 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.

4.40. 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.

5. PLIEGO DE CONDICIONES DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN

El pliego de condiciones de la instalación eléctrica de alta tensión se encuentra en el anejo de Alta Tensión correspondiente del presente proyecto.

6. PLIEGO DE CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

El pliego de condiciones de la instalación eléctrica de baja tensión se encuentra en el anejo de Baja Tensión correspondiente del presente proyecto.

7. PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

El pliego de condiciones de la instalación fotovoltaica se encuentra en el anejo correspondiente del presente proyecto.

8. PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA DE TELEGESTIÓN

El pliego de condiciones del sistema de telegestión se encuentra en el anejo correspondiente del presente proyecto.

9. RESUMEN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A continuación, a modo se recopila un resumen de las especificaciones técnicas contempladas en el presente pliego.

ACTIVIDAD 1 / EXCAVACIÓN Y RELLENO DE ZANJAS PARA TUBERÍAS :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Excavación de zanja para tubería: Alineación de la zanja	No se especifica	Por tramos a definir. En cambios de dirección y cada 50 m	Coincidencia con las trazas proyectadas +/- 5 cm.	Control geométrico	Planos	Encargado
Excavación de zanja para tubería: Anchura de la base de la zanja	No se especifica	Por tramos a definir. En cambios de dirección y cada 50 m	Anchura proyectada +/- 10%.	Control geométrico	Planos	Encargado
Excavación de zanja para tubería: Pendiente de la zanja	No se especifica	Por tramos a definir. En cambios de dirección y cada 50 m	Diferencia entre cotas consecutivas +/- 5%	Control geométrico	Planos	Encargado
Regularización de la superficie de apoyo de las tuberías: Estado de la superficie de apoyo de la tubería	No se especifica	Por tramos a definir	Superficie de asiento uniforme, sin elementos gruesos ni agua	Inspección visual	Planos	Encargado
Relleno seleccionado de zanjas para tuberías: Tamaño máximo y espesor del material de relleno	No se especifica	Todas las zanjas de forma continua durante la ejecución del relleno	- Cama de tubería: 15 cm. - Relleno seleccionado: 10 cm por encima de la generatriz superior del tubo, excepto si se protege con losa de hormigón que se rellena en su totalidad hasta dicha losa.	Comprobación topográfica	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Encargado
Material para cama y relleno seleccionado de tuberías: Granulometría	UNE-EN ISO 17892-4:2019	Uno por zona de extracción y cuando cambien las características del material	Tamaño comprendido entre 6 y 12 mm, exento de materia orgánica y su contenido en finos < 2% en peso, entendiendo por finos el tamaño inferior a 4mm. 2 opciones: - Existencia de marcado CE (Certificado de Conformidad del Control de producción en fábrica y Declaración del fabricante) que garantice el cumplimiento. - Ensayos de laboratorio para garantizar el cumplimiento.	Marcado CE o Ensayo de laboratorio	Marcado CE o Informe de laboratorio	Jefe de Obra
CANTERAS: Especificaciones	No se especifica	Cada una de las canteras de extracción empleadas para el suministro de árido	Existencia de: - Plan de labores en vigor. - Autorización ambiental del Ayuntamiento correspondiente.	Comprobación	Plan de labores Autorización ambiental	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
MATERIAL ORDINARIO PARA RELLENO DE ZANJAS DE TUBERÍAS: Especificaciones	No se especifica	Todas las zanjas de forma continua durante la ejecución del relleno	Material procedente de la propia excavación, exento de raíces, tocones y piedras.	Comprobación visual	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra
RELLENO ORDINARIO DE TUBERÍAS: Especificaciones	No se especifica	Todas las zanjas de forma continua durante la ejecución del relleno	Relleno hasta la rasante del terreno con un espesor de 90 cm.	Comprobación topográfica	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 2 / EXCAVACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Desmontes y excavaciones: Geometría de las secciones	No se especifica	Por tramos o ramales a definir en obra	Dimensiones no deben diferir en + 5% de las especificadas en los planos	Control geométrico	Plano de la obra	Encargado
ESTACIÓN DE BOMBEO: Relleno trasdós	UNE 103503:1995	A mitad de altura de relleno y en cota final	Densidad especificada en proyecto. Al menos > 95% Proctor Normal en todos los puntos analizados.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 3 / PRUEBAS DE PRESIÓN TUBERÍAS :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Pruebas de la tubería de presión instalada (tubería de PVC- U) (Nivel I): Prueba de presión	UNE-EN 805 2000	Toda la tubería por tramos a definir en obra (longitud aconsejable < 1000m)	<p>1. Prueba preliminar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tubería llena durante 24 horas. - Presión de prueba con incremento de presión < 0,1 N/mm² por minuto. - Mantenimiento de la presión de prueba. <p>2. Prueba de purga: Realización de forma excepcional conforme el PPT.</p> <p>3. Prueba principal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presión de prueba durante 1 hora. - Descenso de presión < 0,02 N/mm². - Aumento de la presión hasta la presión de prueba. - Pérdida admisible de volumen de agua: donde: ΔV_{max} : Pérdida de agua admisible, en litros V: Volumen del tramo de tubería en pruebas Δp Caída de presión medida durante la prueba N/mm². EW: Módulo de compresibilidad del agua, 2.100 N/mm² E: Módulo de elasticidad del material del tubo en N/mm² ID: Diámetro interior del tubo, en mm e: Espesor nominal del tubo, en mm <p>1,2: Factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la tubería.</p>	Prueba "in situ"	<p>Prueba preliminar: Registro de inspecciones y ensayos.</p> <p>Prueba de purga y prueba principal: Informe de laboratorio</p>	Jefe de Obra
Pruebas de la tubería saneamiento instalada (tubería de PVC) (Nivel I): Funcionamiento de la red	No se especifica	Toda la red por tramos	Correcta circulación del agua sin existencia de fugas.	Prueba "in situ"	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 4 / TUBERÍAS DE PVC-O :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Tub. y accesorios PVC a presión, incl. saneamiento a presión (Con Cert. de producto): Cert. de Prod. emitido por Org. acreditado	UNE-EN 17176-2:2019 UNE-CEN 17176-3:2022	1 certificado por tipo de tubería, fabricante y centro de fabricación. Tipo de tubería: diámetro nominal y presión nominal. 1 certificado por tipo de accesorio, fabricante y centro de fabricación. Tipo de accesorio: diámetro nominal, presión nominal y tipo (codo, té, reducción, manguito, etc)	Certificado de producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente conforme las normas: · UNE-EN 17176-2 (PVC-O) que incluya en su alcance cada uno de los tipos de tuberías suministradas. · UNE-CEN 17176-3 (PVC-O) que incluya en su alcance cada uno de los tipos de accesorios suministrados Los valores declarados cumplen con los requisitos de la actuación.	Comprobación	Certificado de producto de la tubería y de los accesorios	Jefe de Obra
Tub. y accesorios PVC a presión, incluido saneamiento a presión (Nivel I): Aspecto, color y opacidad de tubos y accesorios (t)	UNE-EN 17176-2:2019	Cada envío, todas las unidades	Superficies internas y externas lisas, limpias con ausencia de grietas, arañazos, granulaciones, burbujas, cavidades, etc. Material sin impurezas a simple vista. Extremos cortados de forma limpia y perpendicular a su eje. Color uniforme en toda la pared, azul o blanco. Tubos y accesorios opacos.	Inspección visual en la recepción	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra

<p>Tub. y accesorios PVC a presión, incluido saneamiento a presión (Nivel I): Marcado de los tubos y accesorios</p>	<p>UNE-EN 17176-2 UNE-CEN 17176-3</p>	<p>Cada envío, todas las unidades</p>	<p>Tubos marcados con:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Número de la Norma: EN 17176-2 · Fabricante y/o marca comercial · Material : PVC-O · Clase MRS y coeficiente de diseño · Diámetro exterior nominal x espesor de pared · Presión nominal PN <p>Tubos marcados con:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Número de la Norma: EN 17176-2 · Fabricante y/o marca comercial · Material : PVC-O · Clase MRS y coeficiente de diseño · Diámetro exterior nominal x espesor de pared · Presión nominal PN · Información del fabricante · Uso previsto (PVC-U) <p>Accesorios marcados con:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Número de la Norma: EN 17176-2 · Fabricante y/o marca comercial · Material : PVC-O · Diámetro exterior nominal · Presión nominal PN · Coeficiente de diseño C · Periodo de producción, el año y el mes. · Nombre o código del lugar de producción. · Identificación de la línea de extrusión, si procede. <p>Accesorios marcados con:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Número de la Norma: EN 17176-2 · Fabricante y/o marca comercial · Material : PVC-O · Diámetro exterior nominal · Presión nominal PN · Coeficiente de diseño C · Periodo de producción, el año y el mes. 	<p>Inspección visual</p>	<p>Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)</p>	<p>Jefe de Obra</p>
---	---	---------------------------------------	---	--------------------------	--	---------------------

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
			- Nombre o código del lugar de producción.			
TUBERÍAS DE PVC: Ensayos	UNE-EN 17176-2:2019	DN < 315: 2 ensayos completos por cada 3.000 ml. DN >= 315: 2 ensayos completos por cada 2.000 ml. Si los resultados de los 2 ensayos no son homogéneos se realiza un tercer ensayo completo.	1 Ensayo completo comprende: - Diámetro exterior. - Marcado. - Presión hidrostática del tubo y del tubo con embocadura. - Resistencia al impacto. - Rigidez anular. - Resistencia a la tracción uniaxial. - Al menos 1 ensayo de los siguientes: * VST. * Resistencia al diclorometano. * DSC. Criterios de aceptación conforme el PPT.	Ensayo de laboratorio o en fábrica	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
TUBERÍAS DE PVC: Comprobación de espesor en obra	UNE-EN 17176-2:2019	Como mínimo 6 comprobaciones del espesor del 10% de los tubos.	Espesores conformes a la norma de referencia.	Comprobación "in situ"	Informe de laboratorio	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 5 / TUBERÍAS DE PRFV :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Tub. y accesorios PRFV presión con cert. de producto: cert. de producto emitido por organismo acreditado sector tub. plásticas	UNE-EN ISO 23856:2022	1 certificado por tipo de tubería, fabricante y centro de fabricación suministrada. Tipo: DN, PN, SN, serie y tipo de unión.	Certificado de producto vigente conforme UNE-EN ISO 23856:2022 que incluya en su alcance el tipo de tubería suministrado. Los valores declarados cumplen con los requisitos del PPT.	Comprobación	Certificado de producto de la tubería	Jefe de Obra
Tub. y accesorios PRFV presión, incluido el saneamiento a presión: Aspecto y color de tubos, manguitos y piezas especiales	UNE-EN ISO 23856:2022 PPT	Cada envío, todas las unidades	Ausencia de defectos e imperfecciones (golpes, deslaminados, zonas resacas, coqueras, fresados muy rebajados, burbujas, claridades, falta de resina, zonas interiores levantadas o dañadas, laminados interiores y/o exteriores "a posteriori" de la fabricación, injertos y laminados mal realizados, revestidos, restos de la protección plástica interior, etc.) en la superficie interior ni exterior. No se admitirán tubos reparados y/o soldados, ni exterior o interiormente.	Inspección visual en la recepción	Estadillo o Informe	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Tub. y accesorios PRFV presión, incluido el saneamiento a presión: Marcado de los tubos y accesorios (N1)	UNE-EN ISO 23856:2022 PPT	Cada envío, todas las unidades (tubos, manguitos y piezas especiales)	<p>Marcado exterior tubos, manguitos y piezas especiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Norma UNE-EN ISO 23856:2022. - DN y serie de diámetro. - SN. - PN. - Nombre o marca del fabricante. - N° de serie. - Fecha de fabricación, mínimo día, mes y año. - Si procede: marca "R", "RA", "H" o "P". <p>Marcado exterior sólo piezas especiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo de unión (flexible, rígida, resistente o no). - Ángulo: codos y térs. - Tipo de pieza (moldeado o miterado) - Concéntrica o excéntrica: reducciones. - Tipo de tubo (si procede). - Uso "W", "P" o "U". - N° de serie de los tubos empleados en su fabricación. <p>Marcado interior tubos, manguitos y piezas especiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - DN, PN y SN. 	Inspección visual en la recepción	Estadillo o Informe	Jefe de Obra
Juntas de estanqueidad (solo para sistemas que empleen uniones mecánicas): Marcado CE	UNE-EN 681-1 UNE-EN 681-2 UNE-EN 681-3 UNE-EN 681-4	Cada suministro	<p>El albarán contiene el Logotipo del Marcado «CE» y va acompañado de la Declaración de Prestaciones (DdP).</p> <p>Los valores declarados en la DdP permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones de la actuación</p>	Comprobación	Albarán Declaración de Prestaciones	Jefe de Obra
Pruebas de la tubería de presión instalada: Prueba de presión - STP (N1)	UNE-EN 805	<p>Si L de tub.>500m,toda la tubería por tramos a definir en obra(longitud aconsejable por tramo<1000m)</p> <p>Si L de tub.<500m,sólo se ensayará cuando lo decida la D.Obra. En este caso,se podrá utilizar el procedimiento del punto 4.7.2 del PEC</p>	<p>Mét. gral (pto 4.7 del PEC):</p> $\Delta p < 0,02N/mm^2$ $\Delta V_{max} = 1,2V * \Delta p * ((1/Ew) + (ID/e * E))$ $\Delta V_{max} = \text{perdida vol H}_2\text{O}(l); V = \text{Vol tramo test}(l);$ $\Delta p = \text{Caída P}; EW = \text{Mód compres H}_2\text{O}(2,1 \times 10^3 N/mm^2); E = \text{Mód elast tubo}(N/mm^2); ID = \varnothing_{int} \text{ tubo}(mm); e = \text{Espesor tubo}(mm)$	Prueba "in situ"	Estadillo	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
TUBERÍAS DE PRFV: Ensayos y/o comprobaciones en obra	UNE-EN ISO 23856:2022 PPT	Aspecto: 100% de los elementos. Marcado: 100% de los elementos. Diámetro exterior: 80% de los elementos (excepto en manguitos). Diámetro interior: 10% de los elementos (sólo en manguitos). Dimensiones y cajeado de las juntas: 10% de los elementos (sólo en manguitos). Tipo de juntas: 80% de los elementos. Tipo y número de stoppers: 80% de los elementos. Dimensiones y ángulos: 80% de los elementos (sólo piezas especiales). Espesor: 80% de los elementos. Ovalización: 1 de cada 10 tubos.	Especificaciones conforme la norma de referencia y lo indicado en el PPT. Elementos: tubos, manguitos y piezas especiales.	Comprobación en obra	Estadillo o Informe	Jefe de Obra
TUBERÍAS DE PRFV: Ensayos por lote	UNE-EN ISO 23856:2022 PPT	2 ensayos completos por lote. - DN < 1.000: lote = 1.500 ml del mismo tipo de tubería. - DN >= 1.000: lote = 1.000 ml del mismo tipo de tubería.	Ensayos conforme las especificaciones del PPT y la norma de referencia: •Rigidez circunferencial específica inicial (2 probetas). Resistencia en condiciones de flexión (2 probetas). Resistencia en tracción longitudinal (5 probetas). Presión de fallo (5 probetas).Dureza Barcol (3 probetas). Ensayo de estanqueidad de 2 minutos de duración.	Ensayos en las instalaciones del fabricante	Estadillo o Informe	Jefe de Obra
TUBERÍAS DE PRFV: Ensayos en fábrica	UNE-EN ISO 23856:2022 PPT	Combustión: 2 por tipo de tubería. Presión: 2 piezas especiales. Unión: 1 por fabricante. Tracción: 3 por fabricante.	Ensayos conforme las especificaciones del PPT y la norma de referencia: •Ensayo de combustión. Ensayo de uniones flexibles (2 tubos y 1 manguito). Ensayo de presión de piezas especiales. Ensayo de tracción del laminado.	Ensayos en las instalaciones del fabricante	Estadillo o Informe	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 6 / TUBERÍA DE SANEAMIENTO DE PVC :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Tub. y accesorios PVC saneamiento sin presión (con Cert. de producto) (Nivel I): Cert. de Producto emitido por Org. acreditado	UNE-EN 13476-1:2018 UNE-EN 13476-3:2019+A1:2022.	Un certificado por tipo de tubería y fabricante suministrada. Tipo de tubería: DN y rigidez anular.	Certificado de producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente conforme las normas: UNE-EN 13476-1:2018 UNE-EN 13476-3:2019+A1:2022, que incluya en su alcance el tipo de tubería suministrada.	Comprobación	Certificado de producto de la tubería	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 7 / TUBERÍA DE DRENAJE DE PVC :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Tub. y accesorios PVC saneamiento sin presión (sin Cert. de producto) (Nivel I): Caract. del fabricante en registros de fábrica	UNE 53994:2017	Una vez al inicio del suministro por tipo de tubería y cuando cambie la procedencia. Tipo de tubería: diámetro nominal y rigidez anular.	Los valores declarados en los registros de control interno del fabricante o en la documentación técnica justificativa cumplen con lo indicado a continuación: •Doble pared: interior lisa y exterior corrugada tipo C2. Longitud: 6 m. Rigidez (RCE) $\geq 4 \text{ kN/m}^2$ (SN4). Resistencia al impacto: TIR < 10%. Fluencia $\leq 2,7$. Longitud de los tubos = 6 m Ranurado estándar a 220°. Ranuras en el valle del corrugado. Ranuras alternas en valles consecutivos. Unión por copa con junta elástica. Composición: PVC-U (Policloruro de Vinilo no plastificado) Superficie filtrante media: $\text{Ø}160 \geq 62,4 \text{ cm}^2/\text{ml}$	Comprobación	Informe de ensayo proporcionado por fabricante o documentación técnica justificativa.	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 8 / TUBERÍA DE ACERO HELICOIDAL :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Tubería de acero con soldadura helicoidal: Marcado CE (t)	UNE-EN 10224:2003	Cada envío	Albarán con marcado CE acompañado de: - Declaración de prestaciones (fabricante) Los valores declarados cumplen con el PTP.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos o Albarán	Encargado
Tubería de acero con soldadura helicoidal: Acabado y aspecto externo (t)	UNE-EN 10224:2003	Todas las unidades de cada envío antes de su instalación	Los tubos y accesorios están libres de defectos superficiales internos y externos. Los extremos de los tubos y accesorios estarán lisos, con una sección ortogonal respecto del eje del tubo, libres de rebabas excesivas y preparados para su soldadura a tope.	Inspección visual en obra	Registro de inspecciones y ensayos / Informe	Encargado
Tubería de acero con soldadura helicoidal: Características geométricas y dimensionales	UNE-EN 10224:2003	Tubos: 1 de cada 10 tubos. Accesorios: todas las unidades.	Los tubos cumplen tolerancias dimensionales: -DN: Tabla B.1 de la norma UNE-EN 10224; -Ovalidad: conforme el PPT. -Espesor pared: conforme lo solicitado, el mayor de +-10% o +- 3mm. -Longitud: Longitud aproximada ± 500 mm de la especificada. Longitud exacta tabla 9 de la norma UNE-ENN 10224. -Rectitud: desviación $\leq 0,2\%$. Los accesorios cumplen Pto. 7.8 y 7-9 UNE-EN 10224 y el PPT. Los extremos de tubos y accesorios para soldaduras a tope cumplen las especificaciones correspondientes indicadas en la norma UNE-EN 10224 y PPT.	Ensayo en fábrica	Tubos: Registro de inspecciones y ensayos o Informe.	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Tubería de acero con soldadura helicoidal: Propiedades mecánicas y composición química	UNE-EN 10224:2003	Un informe de ensayo por cada lote de control definido por el fabricante	-Resistencia a la tracción: tabla 3 UNE-EN 10224; -Límite elástico superior: tabla 3 UNE-EN 10224; -Alargamiento mínimo: tabla 3 UNE-EN 10224; -Doblado sobre soldadura: la probeta se dobla por el anverso y el reverso, sin fisuras ≥ 6 mm ni defectos en el metal de aportación, en la línea de fusión, en la zona afectada térmicamente ni en el metal base (apartado 10.2.4 UNE-EN 10224) -Composición química: tablas 1 y 2 UNE-EN 10224.	Ensayo en fábrica	Informe de ensayo del fabricante trazable con lote de control	Jefe de Obra
Tubería de acero con soldadura helicoidal: Estanqueidad de tubos	UNE-EN 10224:2003	Tubos: Un informe de ensayo por cada lote de control definido por el fabricante. Accesorios: al menos 1 accesorio.	Tubos: 70 bares o P calculada conforme la fórmula indicada en UNE-EN 10224. Accesorios: 1,5xPFA. No presentarán fisuras ni deformación aparente tras el ensayo.	Ensayo en fábrica	Informe de ensayo del fabricante trazable con lote de control.	Jefe de Obra
Tubería de acero con soldadura helicoidal: END automático de soldadura por arco sumergido (Fábrica)	UNE-EN 10224:2003	100% de las soldaduras de tubos y accesorios.	- Cordones de soldadura: Ensayo ultrasónico nivel de aceptación U4. - Soldadura de empalme entre bandas: Ensayo ultrasónico nivel de aceptación U4 o ensayo radiográfico calidad de imagen R2.	Ensayo en fábrica	Informe de ensayo del fabricante trazable con la tubería fabricada,	Jefe de Obra
Tubería de acero con soldadura helicoidal: Recubrimiento interior y exterior	Apartado 13 Anexo D UNE-EN 10224	Un informe de ensayo por cada lote de control definido por el fabricante	- Acabado interior: * Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008. * 300 micras de pintura epoxi o de poliuretano. - Acabado exterior: * Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008. * Sistema tricapa de polietileno conforme la norma DIN 30670, basado en una capa FBE de alto rendimiento sobre la cual se extruye una capa adhesiva co-polimérica, seguida de una capa de polietileno hasta obtener un espesor mínimo total de 3mm.	Ensayo en fábrica	Informe de ensayo del fabricante trazable con lote de control	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Soldadura en obra (solo para sistemas que las empleen): Calidad de la soldadura	UNE-EN ISO 5817:2014. UNE-EN ISO 23277:2015	100% de las soldaduras realizadas en obra, tanto de tubos como de accesorios.	Inspección visual: Nivel calidad B. Líquidos penetrantes: Calidad B, nivel de aceptación 2C.	Ensayo "in situ"	Visual: Registro de inspecciones y ensayos o estadillo. Líquidos penetrantes: Informe de laboratorio.	Jefe de Obra
TUBERÍA DE ACERO HELICOIDAL: Certificados	UNE-EN 1091-1:2011+A1:2012 UNE-EN ISO 3834-2:2022 ISO 45001:2018	Una vez al inicio del suministro y cuando cambie el fabricante.	Certificado de producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente conforme las normas: - UNE-EN 1091-1:2011+A1:2012 (control de producción en fábrica). - UNE-EN ISO 3834-2:2022 (soldadura). - ISO 45001:2018 (revestido).	Comprobación	Certificados	Jefe de Obra
TUBERÍA DE ACERO HELICOIDAL: Documentación soldadura	UNE-EN ISO 15609-1:2020 UNE-EN ISO 9606-1:2017	Un vez por procedimiento de soldadura realizado y por soldador.	Certificado del procedimiento de soldadura y certificados de cualificación de los soldadores en vigor, emitidos por Organismo Autorizado o Autoridad Competente. Tanto de las soldaduras realizadas en fábrica como de las soldaduras realizadas en obra.	Comprobación	Certificados	Jefe de Obra
TUBERÍA DE ACERO HELICOIDAL: Comprobación del material	UNE-EN 10204:2006	Todos lo elementos metálicos empleados	Certificado 3.1. incluyendo los ensayos indicados en la tabla 14 de la norma UNE-EN 10224:2003 y garantizando que el material es del tipo S-275-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1:2006.	Comprobación	Certificado 3.1	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 9 / TUBERÍA DE ACERO RANURADA :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
TUBERÍA RANURADA: Material	UNE-EN 10204:2006	Una vez por tipo de tubería y proveedor. Tipo de tubería: diámetro nominal, tipo de acero y espesor.	Acero del tipo, características y espesor de chapa conformes con las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Certificado 3.1.	Jefe de Obra
TUBERÍA RANURADA: Galvanizado	UNE-EN ISO 1461:2010	Por lote de galvanización	Certificado conforme lo requisitos de la norma de referencia.	Comprobación	Certificado de conformidad	Jefe de Obra
TUBERÍA RANURADA: Aspecto	UNE-EN ISO 1461:2010	Todos los tubos	Tubería galvanizada: exentas de nódulos, ampollas (es decir, protuberancias sin metal sólido en su interior), rugosidades y puntos punzantes (que puedan causar lesiones), así como zonas no recubiertas. Tubería en negro: exenta de restos de pintura, sustancias aceitosas y cualquier otro tipo de sustancia en toda su superficie.	Comprobación visual	Registro de inspecciones y ensayos o estadillo	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 10 / HINCAS :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Tubería de acero con soldadura helicoidal: Marcado CE (t)	UNE-EN 10224:2003	Cada envío	Albarán con marcado CE acompañado de: - Declaración de prestaciones (fabricante) Los valores declarados cumplen con el PTP.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos o Albarán	Encargado
Tubería de acero con soldadura helicoidal: Acabado y aspecto externo (t)	UNE-EN 10224:2003	Todas las unidades de cada envío antes de su instalación	Los tubos y accesorios están libres de defectos superficiales internos y externos. Los extremos de los tubos y accesorios estarán lisos, con una sección ortogonal respecto del eje del tubo, libres de rebabas excesivas y preparados para su soldadura a tope.	Inspección visual en obra	Registro de inspecciones y ensayos / Informe	Encargado
Tubería de acero con soldadura helicoidal: Características geométricas y dimensionales	UNE-EN 10224:2003	Tubos: 1 de cada 10 tubos. Accesorios: todas las unidades.	Los tubos cumplen tolerancias dimensionales: -DN: Tabla B.1 de la norma UNE-EN 10224; -Ovalidad: conforme el PPT. -Espesor pared: conforme lo solicitado, el mayor de +-10% o +- 3mm. -Longitud: Longitud aproximada ±500mm de la especificada. Longitud exacta tabla 9 de la norma UNE-ENN 10224. -Rectitud: desviación ≤0,2%. Los accesorios cumplen Pto. 7.8 y 7-9 UNE-EN 10224 y el PPT. Los extremos de tubos y accesorios para soldaduras a tope cumplen las especificaciones correspondientes indicadas en la norma UNE-EN 10224 y PPT.	Ensayo en fábrica	Tubos: Registro de inspecciones y ensayos o Informe.	Jefe de Obra
Soldadura en obra (solo para sistemas que las empleen): Calidad de la soldadura	UNE-EN ISO 5817:2014. UNE-EN ISO 23277:2015	100% de las soldaduras realizadas en obra, tanto de tubos como de accesorios.	Inspección visual: Nivel calidad B. Líquidos penetrantes: Calidad B, nivel de aceptación 2C.	Ensayo "in situ"	Visual: Registro de inspecciones y ensayos o estadillo. Líquidos penetrantes: Informe de laboratorio.	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
TUBERÍA DE ACERO HELICOIDAL: Documentación soldadura	UNE-EN ISO 15609-1:2020 UNE-EN ISO 9606-1:2017	Un vez por procedimiento de soldadura realizado y por soldador.	Certificado del procedimiento de soldadura y certificados de cualificación de los soldadores en vigor, emitidos por Organismo Autorizado o Autoridad Competente. Tanto de las soldaduras realizadas en fábrica como de las soldaduras realizadas en obra.	Comprobación	Certificados	Jefe de Obra
TUBERÍA DE ACERO HELICOIDAL: Comprobación del material	UNE-EN 10204:2006	Todos lo elementos metálicos empleados	Certificado 3.1. incluyendo los ensayos indicados en la tabla 14 de la norma UNE-EN 10224:2003 y garantizando que el material es del tipo S-275-JR conforme la norma UNE-EN 10025-1:2006.	Comprobación	Certificado 3.1	Jefe de Obra
HINCA: Control geométrico	No se especifica	Continua	La tubería instalada no presentará una desviación mayor de 5 c. La tubería de hinca no presentará deformaciones ni ovalaciones.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos o plano	Jefe de Obra
HINCA: Desviación	No se especifica	Continua	En planta y alzado no se superan los 5 cm.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos o plano	Jefe de Obra
HINCA: Especificaciones	No se especifica	Continua	-Refuerzo del extremo del primer tubo mediante dos bandas de acero de 30cm de ancho y 1 cm de espesor, una por la parte interior del tubo y otra por la parte exterior. - En función del tipo de terreno las bandas serán dentadas o no. -Hincas de $\varnothing \geq 1.500\text{mm}$ soldadura temporal de un rigidizador. Retirada del mismo una vez ejecutada la hinca.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 11 / ESCOLLERA :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Mampuestos procedentes de cantera: Marcado CE y Documentación de acompañamiento	UNE-EN ISO 13383-1	Cada zona de extracción	Existencia de Marcado CE: - Declaración del fabricante. - Certificado de Conformidad del Control de Producción en Fábrica (si procede) Los valores declarados permiten garantizar el cumplimiento del Pliego de Prescripciones Técnicas.	Comprobación	Marcado CE	Jefe de Obra
Construcción de escollera: Taludes	PG3	Continua, durante la ejecución de la escollera.	Talud a proteger con superficie regular y libre de materiales blandos, resots vegetales y otros materiales indeseados.	Comprobación visual	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Encargado
Construcción de mampostería: Colocación de la piedra	PG3	Continua, durante la ejecución de la escollera.	Colocación correcta de la piedra en el lateral visto. Discontinuidad de las juntas verticales entre distintos niveles. Frente uniforme sin lomos ni depresiones, ni piedras que sobresalgan o cavidades respecto de la superficie general. Colocada de forma tal que se obtengan las secciones transversales indicadas en el plano correspondiente.	Visual	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Encargado
ESCOLLERA: Ensayos	NLT-255 UNE 13383-2 UNE-EN 1097-6 UNE-EN 1097-2	Comprobaciones "in situ": continúa. Ensayos de laboratorio: 3 ensayos por zona de extracción y tipo de escollera.	- Aspecto: superficie rugosa, no existencia de bloques redondeados. - Estabilidad: pérdida de peso < 2%. - Densidad \geq 2.500 kg/m ³ . - Absorción de agua < 2%. - Desgaste de Los Ángeles < 50. - Granulometría: tamaño comprendido entre 10 y 60 cm, peso entre 10 y 200 kg. Cantidad de piedras de peso < 10 kg < del 25%. - Cantidad de escollera inadecuada < 30%. Siendo inadecuada: $(L+G)/2 \geq 3E$.	Comprobaciones "in situ" y ensayos de laboratorio	Comprobaciones "in situ": Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes). Ensayos de laboratorio: Informes de laboratorio	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 12 / HORMIGÓN :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Horm.estruct fabric.en planta (Nivel II): Certif.de control producción en planta o Certif.Calidad emitido por entidad acreditada	RD 163/2019	Para cada central de hormigón	La central de hormigón está en posesión de un Certificado de control de producción de los hormigones fabricados en central conforme al RD 163/2019 emitido por un organismo de control acreditado por ENAC para las correspondientes tareas, o Certificado de Calidad del Hormigón, emitido por una entidad de certificación de producto que esté acreditada conforme a la norma UNE-EN ISO 17065	Comprobación	Certificado (si existe)	Jefe de Obra
Materiales con los que se fabrica el Hormigón (Horm.estruct. fabric. en planta) (Nivel II): Docs. CE de materiales del hormigón	Código Estructural	Previo a la puesta en obra, para cada tipo de hormigón y proveedor	<p>Durante el proceso de adaptación de centrales de hormigón al RD 163/2019, se dispone de la doc. relativa a los materiales constit.del hormigón de planta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cemento: certif.de calidad de producto o doc. acreditativa de Mercado CE (Declaración de Prestaciones del fabricante y Certificado Constancia de Prestaciones del produc.) - Áridos: certif. de calidad de producto o doc.acreditativa de Mercado CE (Declaración de Prestaciones del fabricante y Certif. Conformidad del Control de Produc. en Fábrica) - Agua: Declaración del fabricante de procedencia de red o resultados de ensayo de laboratorio. - Aditivos, adiciones y fibras (en su caso): doc. acreditativa de Mercado CE (Declaración de Prestaciones del fabricante y Certif. Conformidad del Control de Producción en Fábrica) 	Comprobación	Copia de los documentos	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Proceso de fabricación de hormigón (Horm.estruct. fabric. en Planta) (Nivel II): Certificado de dosificación	Código Estructural	Previo al suministro	<p>Durante el proceso de adaptación de centrales de hormigón al RD 163/2019, se dispone de certif. de dosificación que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Acreditación del laboratorio. -Identificación de la central. -Designación del hormigón. -Dosificación real del hormigón ensayado. -Resultados individuales de la resistencia a compresión obtenidos en los ensayos y valor calculado de la resistencia característica mínima compatible con los criterios de durabilidad. -Resultados de la profundidad de penetración al agua (no obligatorio para clases de exposición I, IIa y IIb sin clase específica) -Conformidad del hormigón ensayado con las exigencias del Código Estructural. -Fecha de realización de los ensayos y periodo de validez del certif. (máx. 6 meses) 	Comprobación	Certificado de dosificación	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Hormigón estructural fabricado en planta (Nivel I): Contenido del albarán	Código Estructural	Uno por cada suministro de hormigón	<p>Que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Iden. del suministrador. - Núm. serie de hoja de suministro. - Nombre de la central de hormigón. - Identificación petionario. - Fecha/hora de entrega. - Cantidad de hormigón suministrado. - Designación del hormigón, debe contener la resistencia a compresión, consistencia, tamaño máximo del árido y e tipo de ambiente al que va a estar expuesto. - Dosificación real del hormigón incluyendo, al menos, tipo y contenido de cemento, lrelación agua/cemento y el tipo y cantidad de aditivos y la cantidad de adiciones. - Identificación del cemento, aditivos y adiciones empleados. - Identificación del lugar de suministro. - Identificación del transporte del hormigón (matrícula). - Hora límite de uso del hormigón 	Comprobación	Albarán / Estadillo	Jefe de Obra
Hormigón estructural fabricado en planta (Nivel I): Cumplimiento de condiciones del suministro	No se especifica	Cada suministro de hormigón	Que el hormigón recibido se corresponda con el solicitado y se cumplan las limitaciones establecidas (tiempo límite de uso del hormigón, etc.) .	Comprobación	Estadillo / Albarán	Jefe de Obra
Hormigón estructural fabricado en planta (Nivel I): Certificado final de suministro	Código Estructural	Uno al final del suministro, para cada proveedor	<p>Que el certificado emitido por el proveedor contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre de la empresa suministradora - Nombre del responsable del suministro - Dirección e identificación del declarante. - Lugar de recepción del suministro. - Identificación del suministro. - Declaración de conformidad del suministro con el Código Estructural. - Firma del suministrador. 	Comprobación	Certificado	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Planificación del control de calidad horm.estruct. (Nivel I): Aprobación por la Direc.Facultativa de inspecciones para hormigón	Código Estructural	Cada versión de inspecciones, antes de su aplicación	La Dirección Facultativa ha dado su visto bueno a las inspecciones planificadas para el control del hormigón	Comprobación	Mediante firma en Documento de Control de Calidad o en libro de órdenes o e-mail o acta de reunión.	Jefe de Obra
Hormigón estructural (Nivel I): Consistencia o docilidad (t)	UNE-EN 12350-2	Cada vez que se fabriquen probetas para controlar la resistencia	La media de los 2 valores obtenidos, está dentro del intervalo de tolerancias correspondiente, según lo establecido en proyecto Seca: 0-2 mm (± 0) Plástica: 3-5 mm (± 1) Blanda: 6-9 mm (± 1) Fluida: 10-15 mm (± 2) Líquida: 16-20 mm (± 2)	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Hormigón estructural (Nivel I): Resistencia por control estadístico, para horm. con distintivo de calidad	UNE-EN 12390-2	<p>Nº DE LOTES: el más limitante de los siguientes (mín.1 lote por tipo de elem.estructural):</p> <ul style="list-style-type: none"> - elem. estructural a compresión (pilares, muros portantes, pilotes...): Por volumen hormigón: 500 m3 Por tiempo hormigonado: 10 semanas Por superf. construida: 2500 m2 Por nº de plantas: 10 - elem. estructural a flexión (vigas, forjados, tableros, muros contención...): Por volumen hormigón: 500 m3 Por tiempo hormigonado: 10 semanas Por superf. construida: 5000 m2 Por nº de plantas: 10 - macizos (zapatas, estribos...): Por volumen hormigón: 500 m3 Por tiempo hormigonado: 5 semanas <p>Nº DE ENSAYOS POR LOTE:</p> <p>fck ≤ 30.....1</p> <p>35 ≤ fck ≤ 50....1</p> <p>fck > 50,,,,,, 2</p> <p>Nº Total ensayos = Nº de lotes X Nº ensayos por lote</p>	<p>$X_i \geq f_{ck}$</p> <p>donde:</p> <p>X_i : Cada uno de los valores medios obtenidos en las determinaciones de resistencia para cada una de las amasadas ensayadas.</p> <p>fck, Resistencia característica especificada en el proyecto</p>	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
Encofrado (Nivel I): Geometría y características	Código Estructural	Antes del inicio del hormigonado	Medidas planos proyecto ± 5% y que los encofrados cumplan las especificaciones del pliego de condiciones, sean estancos, resistentes, sin anomalías o rugosidades en su cara interior y estén bien alineados horizontal y verticalmente	Medición	Planos	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Ejecución del hormigonado (Nivel I): Condiciones de ejecución	Código Estructural	Durante la realización de todo el proceso de hormigonado	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones climáticas: durante el hormigonado la Tª no es inferior a 0ª ni superior a 40º C, y no se prevé que en las 48 horas siguientes la Tª sea inferior a 0º C (salvo que se adopten medidas especiales que cuenten con autorización de la D. Facultativa), ni existe viento excesivo ni otros factores climatológicos adversos que puedan afectar al proceso de hormigonado. - Vertido: se han adoptado las medidas necesarias para evitar la disgregación de la mezcla, y en espesores que permitan su adecuada compactación y eviten excesivas deformaciones en encofrados, cimbras y apuntalamientos. - Compactación: Vibrado hasta eliminar los huecos interiores y conseguir que la pasta refluya a la superficie sin que se produzcan segregaciones - Curado: Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón se mantienen húmedas las superficies de los elementos de hormigón -Acabado: las superficies vistas una vez desencofradas, no presentan coqueas o irregularidades que afecten a su comportamiento o a su aspecto exterior 	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos / Estadillo	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Hormigón estructural (Nivel II): Resistencia por control estadístico, para hormigón sin distintivo de calidad	UNE-EN 12390-2	<p>Nº DE LOTES: el más limitante de los siguientes (mín. 1 lote por tipo de elem. estructural):</p> <ul style="list-style-type: none"> - elem. estructural a compresión (pilares, muros portantes, pilotes...): Por volumen hormigón: 100 m3 Por tiempo hormigonado: 2 semanas Por superf. construida: 500 m2 Por nº de plantas: 2 - elem. estructural a flexión (vigas, forjados, tableros, muros contención...): Por volumen hormigón: 100 m3 Por tiempo hormigonado: 2 semanas Por superf. construida: 1000 m2 Por nº de plantas: 2 - macizos (zapatas, estribos...): Por volumen hormigón: 100 m3 Por tiempo hormigonado: 1 semanas <p>Nº DE ENSAYOS POR LOTE:</p> <p>fck ≤ 30.....3</p> <p>35 ≤ fck ≤ 50.....4</p> <p>fck > 50.....6</p> <p>Nº Total ensayos = Nº de lotes X Nº ensayos por lote</p>	<p>$X_{medio} - K_2 r_N \geq f_{ck}$</p> <p>donde:</p> <p>$X_{medio}$: Valor medio de los resultados obtenidos en las "N" amasadas ensayadas.</p> <p>K_2 , Coef. relacionado con el núm. amasadas ensayadas por lote:</p> <p>3 ensayos; 1,02</p> <p>4 ensayos: 0,82</p> <p>6 ensayos: 0,66</p> <p>r_N ,Recorrido muestral</p> <p>$X_{max} - X_{min}$</p> <p>Es la diferencia entre el valor máximo y mínimo de resistencia obtenidos para las N amasadas ensayadas en el lote.</p> <p>fck, Resistencia característica especificada en el proyecto</p> <p>Nota: Si se ensayasen más de 36 amasadas no se puede utilizar esta fórmula, sino la descrita en el punto 7.3.3.3.1 de este PEC</p>	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio y hoja de cálculo	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 13 / ACERO :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Aceros para armaduras: Marcas de identificación.	UNE-EN 10080, 36812, 10027-1 y 10027-2	A la recepción de cada partida de barras, alambres corrugados.	Las barras corrugadas llevan las marcas relativas al tipo de acero (geometría del corrugado), país de origen y marca del fabricante.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos / Estadillo / Albarán	Encargado
Aceros para armaduras y productos del acero: Cantidad, tipo, diámetro y características y aspecto externo. (t)	No se especifica	A la recepción de cada partida de barras, alambres corrugados, armaduras normalizadas, armaduras elaboradas y ferralla armada.	Cantidad, tipo, diámetro y caract. coinciden con lo solicitado. ARMADURAS: Se corresponde identificación acero del fabricante con la del suministrador. M. ELECTROSOLDADAS: Etiquetadas. Las barras llevan grabadas marcas identificación	Comprobación	Albarán	Encargado
Aceros para armaduras y productos del acero: Certificado de calidad de producto reconocido.	Aceros para armaduras: UNE 36068, 36731, 36099 y Código Estructural. Armaduras normalizadas: UNE 36092, 36739 y Código Estructural. Armaduras elaboradas y ferralla armada: UNE 36831, 36832 y Código Estructural.	A la recepción de cada partida de barras, alambres corrugados, armaduras normalizadas, armaduras elaboradas y ferralla armada.	Existencia de certificado de calidad de producto reconocido en vigor, según lo establecido en el Título 8 "Control" y Anejo 19 "NIVELES DE GARANTÍA Y REQUISITOS PARA EL RECONOCIMIENTO OFICIAL DE LOS DISTINTIVOS DE CALIDAD " del Código Estructural.	Comprobación	Certificado de calidad de producto	Jefe de Obra
Armaduras normalizadas (mallas): Carga de despegue.	UNE-EN 10080 y Código Estructural.	A la recepción de cada partida de armaduras normalizadas. 2 ensayos/lote, siendo cada lote de un máximo de 40 Tm correspondientes a un mismo suministrador, fabricante, designación y serie	Fs min = 0,25 o Fy o An, donde: Fs es carga de despegue Fy es valor límite elástico especificado. An es la sección transversal nominal del mayor de los elementos	Ensayo de laboratorio	Informe de ensayo	Jefe de Obra
Armaduras normalizadas (mallas): Geometría de la malla.	UNE-EN 10080 y Código Estructural.	A la recepción de cada partida de armaduras normalizadas . 4 elementos/lote, siendo cada lote de un máximo de 40 Tm correspondientes a un mismo suministrador, fabricante, designación y serie	DN ele. transversal $\geq 0,6 \cdot DN$ ele. más grueso. $0,7 \cdot DN$ ele. simples $\leq DN$ ele. pareados $\leq 1,25 \cdot DN$ ele. simples Sep. ele. long y trans ≥ 50 mm Desv. máx. long. y anch. (según pedido) ± 25 mm o $\pm 0,5\%$ Desv. máx. ele. ± 15 mm o $\pm 7,5\%$	Ensayo de laboratorio	Informe de ensayo	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Armaduras elaboradas y ferralla armada: Garantía de control del acero.	Código Estructural	A la recepción de cada partida de armaduras elaboradas y/o ferralla armada.	Copia de toda la doc. del acero (Cert. Homologación, Cert. Calidad, Reg. controles experimentales...)	Comprobación	Documentación	Jefe de Obra
Armaduras elaboradas y ferralla armada: Características geométricas.	Código Estructural	15 elementos/lote 1 LOTE = Máx. 30 Tm (en taller) o la producción total de 1 mes (en obra) por tipo de acero y forma de producto	Correspond. con requisitos de proyecto: - Tipos de acero, diám. y nº elemen. - Alineación, dim. y diám. de doblado. En caso de ferralla armada se comprobará también: - Nº elementos armadura (barras, etc.) - Dist. entre barras	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Colocación de armaduras: Tipo, diámetro, posición, recubrimientos, empalmes.	Código Estructural	Todas las armaduras antes del hormigonado	Cumplir especificaciones y planos	Inspección visual	Plano o croquis	Encargado
Todos los materiales o productos: Certificado de garantía final del suministro.	Código Estructural	Todos los materiales o productos, una vez finalizados los suministros	El certificado final de suministro recoge la totalidad de los materiales o productos suministrados, con expresión de las cantidades reales correspondientes a cada tipo de producto y es trazable con los materiales o productos certificados	Comprobación	Certificado de garantía final del suministro	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 14 / ELEMENTOS COMUNES: RANURADOS, BRIDAS, REVESTIDOS, JUNTAS, TORNILLERÍA, MARCADO y ASPECTO :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
RANURADOS: Especificaciones	No se especifica	Piezas especiales de la red de riego: 80% Resto de piezas/elementos metálicos: 25%	<ul style="list-style-type: none"> - El ranurado se ha realizado antes de realizar el revestido correspondiente, excepto en tubos/carretes galvanizados. - Las dimensiones de los ranurados cumplen con las especificaciones indicadas en el PPT para ranurados por laminación y por mecanizado. - Las piezas especiales metálicas de la red de riego y las piezas de DN>300 mm están ranuradas por laminación. - Los tubos/carretes galvanizados no presentan daños en el galvanizado tras el ranurado. 	Comprobación	Estadillo o informe	Jefe de Obra
REVESTIDO: Comprobaciones y/o ensayos	UNE-EN ISO 2808:2020 UNE-EN ISO 2409: 2021 UNE-EN ISO 9227:2017 UNE-EN ISO 4628-2-3-4-5:2016	<ul style="list-style-type: none"> - Espesor: 80% de las piezas especiales metálicas de la red de riego y de la estructura metálica. 25% del resto de las piezas metálicas. - Adherencia: 3 elementos completos o 3 probetas. - Corrosión: 1 elemento completo o 3 probetas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revestido interior y exterior: espesor medio superior al especificado en el apartado correspondiente del pliego. - Adherencia: clasificación 0 ó 1. - Corrosión tras 168 h en cámara de niebla salina: * Grado de ampollamiento: sin ampollamiento o clasificación 2 (S2). * Grado de oxidación: Ri 0 o Ri 1. * Grado de agrietamiento: 0 ó 1. * Grado de descamación: 0 ó 1. 	<ul style="list-style-type: none"> - Espesor: Comprobación en obra. - Adherencia y corrosión: Ensayos de laboratorio 	<ul style="list-style-type: none"> - Espesor: estadillo o informe. - Adherencia y corrosión: informe de laboratorio. 	Jefe de Obra
ASPECTO: Especificaciones	No se especifica	Todas las piezas/elementos metálicos	Aspecto interior y exterior, uniforme y sin daños.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos o estadillo o informe	Jefe de Obra
JUNTAS ELASTOMÉRICAS: Documentación	UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006	Cada tipo de junta (fabricante y dureza)	<ul style="list-style-type: none"> - Existencia de Declaración del fabricante que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT. - Certificado de Calidad de Producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente (si existe). 	Comprobación	Marcado CE Certificado de Calidad de Producto (si existe)	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
JUNTAS ELASTOMÉRICAS: Ensayos especificaciones	UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006	3 ensayos de cada tipo de junta para la que no exista el correspondiente Certificado de Calidad de Producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.	3 ensayos de: - Dureza. - Resistencia a tracción. - Alargamiento a rotura.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
JUNTAS ELASTOMÉRICAS: Ensayos envejecimiento	UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006	3 ensayos de cada tipo de junta	3 ensayos de: - Dureza. - Resistencia a tracción. - Envejecimiento. Cambio de dureza a 70°C durante 7 días. - Envejecimiento. Cambio de la resistencia a tracción a 70°C durante 7 días.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
TORNILLERÍA: Documentación	UNE-EN 10204:2006	Cada tipo de tornillo, tuerca, arandela y varilla roscada (calidad y métrica)	Existencia del Certificado 3.1. correspondiente y coincidencia de la calidad y métrica indicada con la solicitada.	Comprobación	Certificado 3.1	Jefe de Obra
TORNILLERÍA: Ensayos	UNE-EN ISO 898-1:2015 UNE-EN ISO 892-2:2013 UNE-EN ISO 887:2000/AC:2006 UNE-EN ISO 2808:2020 UNE-EN ISO 2081:2018 UNE-EN ISO 2819:2018 UNE-EN ISO 9227:2017 UNE-EN ISO 10289:2001	3 ensayos completos de cada tipo de tornillos, tuercas, arandelas y varillas roscadas. Tipo: calidad del material y suministrador.	Tornillos: Características químicas y mecánicas conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015. Tuercas: Características químicas, mecánicas y ensayo de carga de prueba conforme la norma UNE-EN ISO 898-2:2013. Arandelas: Características químicas conforme la norma UNE-EN ISO 887:2000/AC:2006. Todos los elementos: Espesor del cincado > 25 micras. Adherencia mediante ensayo de bruñido. Corrosión: clasificación Rp=10 sin corrosión del metal base tras 360 horas de ensayo en cámara de niebla salina.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
MARCADO: Especificaciones	No se especifica	100% de los elementos	Marcado conforme el PPT.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos (Primera, última y no conformes)	Jefe de Obra
BRIDAS: Especificaciones	UNE 1092-1:2019 UNE-EN 1092-2:1998	Piezas especiales de la red de riego: 80% Resto de piezas/elementos metálicos: 25%	Aspeco, diámetro exterior, diámetro k, diámetro de los agujeros y número de agujeros, conforme el PPT.	Comprobacion "in situ"	Informe	Jefe de Obra
Montaje de piezas especiales y calderería mediante unión con bridas: Calidad de las uniones con bridas. Par de apriete	No se especifica	100% de las uniones	Se cumplen con lo valores de par de apriete indicados en la documentación técnica de acompañamiento de las bridas de acuerdo con las condiciones específicas de montaje y no se aprecian pérdidas.	Control "in situ"	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 15 / PIEZAS ESPECIALES DE ACERO (Piezas de la red, colectores, pasamuros, carretes, filtros cazapiedras, etc.) :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Piezas especiales y calderería: Tipo y características del acero y espesor de chapa	UNE-EN 10204:2006	Una vez por tipo de acero y proveedor	Acero del tipo, características y espesor de chapa conformes con las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Certificado 3.1.	Jefe de Obra
Piezas especiales y calderería: Dimensiones de las piezas	No se especifica	80% de las piezas, excepto de los filtros cazapiedras: 1 filtro cada 50.	Longitud de cada tramo, ángulo, nº de salidas, dimensiones de los anillos de unión a la tubería de PRFV y espesores de acero, y todas las dimensiones que sean de aplicación, conforme el PPT.	Comprobación "in situ"	Informe	Jefe de Obra
Piezas especiales y calderería: Soldadura. Calidad de las uniones	UNE-EN ISO 5817:2014. UNE-EN ISO 23277:2015	80% de las piezas, excepto de los filtros cazapiedras: 10%.	- Inspección visual: Nivel calidad B. - Líquidos penetrantes: Calidad B, nivel de aceptación 2C.	Ensayo "in situ"	Informe de laboratorio proporcionado por la fábrica	Jefe de Obra
Manipulación y transporte en obra de piezas especiales: Estado de las piezas antes del montaje	No se especifica	100% de las piezas	Ausencia de rasguños, roces u otros daños en la protección de la pieza	Inspección visual antes del montaje	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
GARRAS: Especificaciones	No se especifica	80% de las piezas especiales	Nº de garras, altura, distancia entre garras y disposición conforme el PPT.	Comprobación "in situ"	Informe	Jefe de Obra
CAMPANAS: Especificaciones	No se especifica	80% de las piezas especiales	Diámetro exterior, diámetro de la zona de alojamiento de la junta, aspecto de la campana y colocación correcta de la junta correspondiente, conforme el PPT.	Comprobación "in situ"	Informe	Jefe de Obra
SOLDADURAS: Documentación	UNE-EN ISO 9606-1:2017	Un vez por procedimiento de soldadura realizado y por soldador.	Certificado del procedimiento de soldadura y certificados de cualificación de los soldadores en vigor, emitidos por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.	Comprobación	Certificados	Jefe de Obra
GRANALLADO: Comprobación	UNE-EN ISO 8501-1:2008	80% de las piezas excepto de los filtros cazapiedras: 10%	El granallado de la superficie tanto interior como exteriormente será SA 2 ½ conforme la norma de referencia	Ensayo en fábrica	Informe de laboratorio	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
CARRETES DE HIDRANTE: Comprobación del revestido	No se especifica	Una vez por fabricante y tipo de tratamiento	Realización del proceso de revestido conforme lo indicado en el PPT. Se realizan las siguientes fases: - Granallado: SA 2 1/2 conforme UNE-EN ISO 8501-1:2008. - Catadoresis. - Pinturado de poliéster entre 46-65 micras.	Comprobación en fábrica	Informe	Jefe de Obra
FILTROS CAZAPIEDRAS: Ensayo de estanqueidad	No se especifica	3 filtros de cada lote. Lote: 50 filtros. En caso de fallo se prueban el 100% de los filtros del lote.	Ensayo de estanqueidad a 20 bares de presión, tras el ensayo no se presentan fugas ni deformaciones en el filtro.	Ensayo	Informe	Jefe de Obra
ESPECIFICACIONES SOLICITADAS: Cumplimiento	No se especifica	Todas las unidades	Los elementos recibidos cumplen las especificaciones del pedido en cuanto a DN, PN, dimensiones, revestido, etc. (lo que sea de aplicación).	Comprobación "in situ"	Informe o Registro de Inspecciones y ensayos	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 16 / PREFABRICADOS NO ESTRUCTURALES :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Ele.pref. (no estructural): Cantidad, modelo y aspecto externo	No se especifica	A la recepción de cada partida de prefabricados de hormigón	La cantidad y modelo especificados en el albarán coinciden con los solicitados en el pedido. A simple vista no se observan coqueas, nidos de grava u otros defectos que puedan comprometer el uso del elemento en cuestión	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos (primero, último y no conformes)	Jefe de Obra
Ele.pref. (no estructural) sujeto a Mercado CE: Mercado CE	Directiva Europea 89/106/CEE sobre marcado CE	A la recepción de cada partida de prefabricados de hormigón	Albarán acompañado por: - Declaración de Prestaciones (siempre) - Certif. Constancia Prestaciones (1+, 1) - Certif. Conformidad Control de Producción Fábrica (2+) - Informe Producto Tipo (3) Los valores declarados cumplen con la actuación	Comprobación	Albarán y documentación adjunta	Jefe de Obra
Puesta en obra de los ele.pref. (no estructurales): Posición de la pieza	No se especifica	Durante toda la ejecución	Según planos.	Topográfico	Registro de inspecciones y ensayos (primero, último y no conformes)	Encargado

ACTIVIDAD 17 / PREFABRICADOS ESTRUCTURALES :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Ele.pref. (estructural): Cantidad, modelo y aspecto externo (t)	No se especifica	A la recepción de cada partida de prefabricados de hormigón	La cantidad y modelo especificados en el albarán coinciden con los solicitados en el pedido. A simple vista no se observan coqueas, nidos de grava u otros defectos que puedan comprometer el uso del elemento en cuestión	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos (primero, último y no conformes)	Jefe de Obra
Ele.pref. (estructural): Documentación técnica de acompañamiento	No se especifica	A la recepción de cada partida de prefabricados de hormigón	Se adjunta la siguiente doc: - Cálculos de la pieza - Instrucciones de manejo, almacenamiento y transporte - Especific. de instalación - Especific. de producción - Especific. de montaje Los valores declarados cumplen con la actuación	Comprobación	Documentación técnica de acompañamiento	Jefe de Obra
Ele.pref. (estructural) no sujeto Marcado CE: Geometría de los elementos prefabricados	Código Estructural (apartado 62.3.3)	3 ensayos por lote. Lote: cantidad de elementos prefabricados de la misma tipología, que forman parte de una misma remesa y procedentes del mismo fabricante.	Tolerancias: conforme el apartado 5.4. del Anejo 14 del Código Estructural. Comprobación realizada mediante cinta métrica con apreciación no inferior a 1,0 mm.	Medición	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Puesta en obra de los ele.pref. (estructurales): Posición de la pieza	No se especifica	Durante toda la ejecución	Según planos.	Topográfico	Registro de inspecciones y ensayos (primero, último y no conformes)	Encargado
Puesta en obra de los ele. pref. (estructurales): Desviaciones de montaje	Código Estructura (anejo 14)	Durante toda la ejecución	El montaje se realiza según las prescripciones de los planos y de las instrucciones de montaje de cada pieza, no detectándose en ningún caso desviaciones superiores a las especificadas en el punto el apartado 5.4. del Anejo 14 del Código Estructural.	Topográfico	Registro de inspecciones y ensayos (primero, último y no conformes)	Encargado

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
ELEMENTOS PREFABRICADOS: Comprobación de los procesos de prefabricación	Código Estructural	Al menos una vez durante la obra para cada fabricante de elementos prefabricados.	Incluirá al menos: - Elaboración de la armadura pasiva. - Montaje de la armadura en los moldes. - Fabricación del hormigón. - Vertido, compactación y curado del hormigón. Cada una de las comprobaciones realizadas cumplirá las especificaciones indicadas en el apartado correspondiente del Código Estructural.	Comprobación "in situ"	Informe de una entidad de control de calidad.	Jefe de Obra
ELEMENTOS PREFABRICADOS: Comprobación de los componentes	Código Estructural	Cada lote de fabricación. Lote: cantidad de elementos prefabricados de la misma tipología, que forman parte de una misma remesa y procedentes del mismo fabricante.	- Cementos: Certificado de calidad de producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competencia conforme la norma UNE-EN 197-1:2011 y marcado CE. - Áridos: declaración de prestaciones y marcado CE. - Aditivos: declaración de prestaciones y marcado CE. - Agua: ensayos de laboratorio con antigüedad inferior a 6 meses o certificado de agua potable. - Armaduras: Distintivo de calidad oficialmente reconocido (DCOR) conforme el artículo 18 del Código Estructural.	Comprobación documental	Cada uno de los documentos	Jefe de Obra
ELEMENTOS PREFABRICADOS: CERTIFICADO FINAL DE SUMINISTRO	Código Estructural (artículo 21.1)	Una vez por suministrador, al final del suministro.	Existencia del certificado final de suministro.	Comprobación	Certificado final de suministro	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
MORTERO PARA UNIONES ENTRE PREFABRICADOS: ESPECIFICACIONES	Código Estructural (artículo 42)	Una vez previamente al empleo del mortero.	<p>Los tipos de mortero para juntas húmedas estructurales entre elementos prefabricados de hormigón pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - De base cemento: Mortero monocomponente a base de cemento, con posibles adiciones (humo de sílice, resinas sintéticas, partículas metálicas, etc.). Son los de uso más frecuente. Se obtienen por amasado de mortero seco (con o sin árido fino, suministrado normalmente en sacos) con una cierta cantidad de agua, cuantificada por el fabricante del mortero. - De base mixta: Mortero de 1 o 2 componentes, a base de cemento y resinas. En el caso de mortero monocomponente debe amasarse el producto con agua para su utilización. En el caso de mortero bicomponente deben mezclarse ambos componentes sin adición de agua. - De base orgánica: Mortero de dos o tres componentes a base de resinas epoxi, fundamentalmente. Aparte de su utilización en anclajes de todo tipo y su posible aplicación como capa fina entre elementos conjugados, se suelen utilizar en juntas húmedas de extensión reducida o en puntos localizados de la junta con una misión específica. 	Comprobación	Especificaciones técnicas	Jefe de Obra
MORTERO PARA UNIONES ENTRE PREFABRICADOS: EJECUCIÓN	Código Estructural (artículo 42)	Cada realización de juntas	<ul style="list-style-type: none"> - Homogeneidad y ausencia de grumos. - Presencia limitada de burbujas. - Fluidez. 	Comprobación "in situ"	Registro de inspecciones y ensayos (primero, último y no conformes)	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 18 / EJECUCIÓN DE LA BALSA :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Material para terraplenes: Especificaciones generales	No se especifica	Continua, a lo largo de la ejecución	No apreciar raíces, tierra vegetal, ni intercalaciones de materia orgánica	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos	Encargado
Ejecución de terraplenes: Geometría del terraplén	No se especifica	Mínimo: En cada tongada cada 2 m de altura y cada 30m de distancia.	Dimensiones no deben diferir en + 5% de las especificadas en los planos o de las calculadas en función de los taludes.	Control geométrico	Registro de inspecciones y ensayos o Plano de la obra	Encargado
Ejecución de terraplenes: Densidad alcanzada en compactación	PG3	1 ensayo cada 7.500 m2	Densidad \geq 100% del Proctor normal o al 96% del Proctor Modificado.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
TERRAPLÉN-BALSA: Especificaciones	UNE 103204:2019 NLT 115 UNE-EN ISO 17892-12:2019 UNE 103500:1994 UNE 103601:1996	Mínimo 3 ensayos	Clasificación en suelo tolerable, adecuado o seleccionado conforme lo especificado en el PPT.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 19 / GEOTEXTIL :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Geotextiles y productos relacionados: Identificación del material (t)	No se especifica	Cada envío	Impermeabilización: geotextil de gramaje ≥ 200 g/m ² . Drenaje: geotextil de gramaje > 126 g/m ² .	Comprobación en etiquetas, albarán y en material	Registro de inspecciones y ensayos (primera, último y no conformes)	Encargado
Geotextiles (Drenaje): Ensayos	UNE-EN 13254:2017	3 por tipo de geotextil. Tipo: material, gramaje y fabricante.	- Resistencia a tracción > 12 kN/m. - Alargamiento a la carga máxima $\geq 50\%$. - Resistencia a la perforación dinámica ≤ 23 mm. - Medida de abertura característica: conforme especificaciones del fabricante. - Permeabilidad al agua: conforme especificaciones del fabricante. - Durabilidad: tiempo máximo de exposición después de la instalación ≥ 2 semanas. Durabilidad prevista ≥ 25 años.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
Geotextiles (Protección): Ensayos	UNE-EN 13254:2017	3 por tipo de geotextil. Tipo: material, gramaje y fabricante.	- Resistencia a tracción > 16 kN/m. - Alargamiento a la carga máxima $\geq 50\%$. - Resistencia a la perforación dinámica ≤ 23 mm. - Características de protección: conforme especificaciones del fabricante. - Durabilidad: tiempo máximo de exposición después de la instalación ≥ 2 semanas. Durabilidad prevista ≥ 25 años.	Ensayos de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
Colocación del geotextil: Estado de las uniones	No se especifica	Cada unidad constructiva, todas las uniones	Solape superior a 10 cm.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos (primera, último y no conformes)	Encargado

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
COLOCACIÓN DEL GEOTEXTIL: Especificaciones	No se especifica	Continua	Cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos (primera, último y no conformes)	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 20 / LÁMINA DE PEAD :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Todos los materiales: Integridad del suministro	No se especifica	Cada suministro	Los materiales recibidos se corresponden en número, tipo y características a los solicitados (Lámina de PEAD de 2 mm de espesor) y, a simple vista, no presentan daños o desperfectos de fabricación.	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos o Albarán	Encargado
Barreras geosintéticas sin Certificado de Calidad de Producto: Marcado CE y etiquetado (t)	UNE-EN 13361:2019	Cada envío	Albarán con marcado CE acompañado de: - Declaración de prestaciones (fabricante) - Certificado de conformidad control producción fábrica (Org. notificado) Los valores declarados cumplen con el PTP.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos o Albarán	Jefe de Obra
Barreras geosintéticas sin Certificado de Calidad de Producto : Espesor (mm)	UNE-EN 9863-1:2017/A1:2020	3 ensayos por tipo de lámina y fabricante.	2 mm +/- 10%.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
Barreras geosintéticas sin Certificado de Calidad de Producto: Masa por unidad de superficie (g/cm ²)	UNE-EN 1849-2:2020	3 ensayos por tipo de lámina y fabricante.	Densidad >= 0,940 g/cm ³	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
Barreras geosintéticas sin Certificado de Calidad de Producto: Tracción y alargamiento a la rotura (%)	UNE-EN-ISO 527-3:2019	3 ensayos por tipo de lámina y fabricante.	Resistencia a tracción > 25 MPa. Alargamiento a la rotura <= 700%. Esfuerzo en el punto de fluencia >= 17 MPa. Alargamiento en el punto de fluencia >= 8%.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
Barreras geosintéticas sin Certificado de Calidad de Producto: Resistencia al desgarro (N/mm) (no aplicable a las GBR-C)	UNE-EN ISO 34-1:2011	3 ensayos por tipo de lámina y fabricante.	Resistencia al desgarro >= 140.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
Barreras geosintéticas sin Certificado de Calidad de Producto: Comportamiento a bajas temperaturas (no aplicable a las GBR-C)	UNE-EN 495-5:2013	3 ensayos por tipo de lámina y fabricante.	Sin grietas a -75°C.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Barreras geosintéticas sin Certificado de Calidad de Producto: Dilatación térmica (%) (no aplicable a las GBR-B y GBR-C)	ASTM D 696	3 ensayos por tipo de lámina y fabricante.	Cumplir las especificaciones indicadas en la ficha técnica o declaración de prestaciones del fabricante.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
Ejecución de impermeabilización con láminas: Estado previo de la superficie a impermeabilizar	No se especifica	Totalidad de la superficie, antes de colocar la lámina.	Ausencia de elementos punzantes, vértices o aristas.	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos o acta de conformidad con instalador	Encargado
Ejecución de impermeabilización con láminas: Estado de las uniones y de la lámina	No se especifica	Todas las uniones y la superficie de la lámina	Diariamente se comprobará visualmente la lámina y las soldaduras para comprobar la existencia de rotos y/o daños que necesiten reparación. Realizado preferentemente a primera hora del día para ver la humedad del suelo natural antes de que evapore.	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos	Encargado
Ejecución de impermeabilización con láminas: Estado de las uniones (soldadura por termofusión)	UNE 104481-3-2:2010 UNE 104427:2010	Prueba de estanqueidad: 100% de todas las soldaduras. Ensayo de rotura: cada 400 m de soldadura realizada.	- Prueba de estanqueidad del canal central: Se acepta si la presión no disminuye más del 10% durante unos minutos a 2 kg de presión. - Ensayo de rotura: rotura con clasificación correcta.	Ensayo in situ	Informe de ensayo o estadillo	Jefe de Obra
Ejecución de impermeabilización con láminas: Estado de las uniones (soldadura por extrusión)	UNE 104425	Campana de vacío y chispómetro: 100% de todas las soldaduras. Ensayo de rotura: cada 100 m de soldadura realizada.	- Campana de vacío: Las soldaduras no muestran burbujas. - Potenciómetro (chispómetro): Al pasar el chispómetro no saltan chispas. - Ensayo de rotura: rotura con clasificación correcta.	Ensayo in situ	Informe de ensayo o estadillo	Jefe de Obra
Primer llenado de la balsa: Velocidad puesta en carga	No se especifica	Durante el primer llenado	Velocidad máxima de llenado < 1 metro de columna de agua al día.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos o estadillo	Encargado

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
LÁMINA DE PEAD: Ensayos de laboratorio	UNE-EN ISO 868:2003 UNE 53375:2021 ISO 18553:2002 UNE-EN ISO 1133-1:2023 UNE-EN: 12224:2001 UNE ISO 34-1:2011 UNE-EN ISO 62:2008 UNE-EN 14575:2007 UNE-EN 14576:2006 UNE-EN 14415:2004 UNE-ENT/TS 14416:2012 UNE-EN 12225:2021	3 ensayos por tipo de lámina y fabricante.	Dureza Shore: 60 +- 5. Contenido en negro de carbono: 2,5 +- 0,5%. Contenido en cenizas: <= 0,1%. Dispersión en negro del carbono: <= 4. Índice de fluidez: < 1. Envejecimiento artificial acelerado: variación del alargamiento en rotura <= 15%. Resistencia al desgarro: >= 140 N/mm. Absorción de agua: <= 0,2% a las 24 horas y <= 1% a los 6 días. Resistencia a la oxidación: 180 días a 80°C, esfuerzo y elongación >= 75%. Resistencia al agrietamiento por esfuerzos ambientales: > 336 horas. Resistencia al lixiviado: 56 días a 80°C, esfuerzo y elongación >= 75%. Resistencia a la perforación por raíces: sin perforaciones. Resistencia a los microorganismos: Resistente.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
LÁMINA DE PEAD: Trazabilidad	No se especifica	Diaria durante la instalación de la lámina	Planos de despiece y estadillos donde aparezcan localizados como mínimo: - N° de serie o de rollo de la lámina. - Ensayos realizados. - Reparaciones realizadas.	Comprobación	Planos y estadillos de la empresa instaladora	Jefe de Obra
LÁMINA DE PEAD: Comprobación final	No se especifica	Una vez al finalizar la instalación	Lámina impermeable comprobada mediante el método geofísico de prospección eléctrica (dispositivo DIPOLLO).	Comprobación "in situ"	Informe del ensayo	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
LÁMINA DE PEAD: Marcado	No se especifica	Todos los rollos	Marcado mínimo: - Nombre del fabricante. - Identificación del producto. - Espesor. - N° de rollo. - Dimensiones del rollo (ancho y longitud) - Peso del rollo. - Referencia a la norma de cumplimiento. - Marcado CE.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos o albarán	Jefe de Obra
LÁMINA DE PEAD: Instalación	No lo especifica	Continua	Cumplimiento de las especificaciones indicadas en el apartado de "generalidades" del pliego.	Comprobación "in situ"	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra
LÁMINA DE PEAD: Unión con obras de fábrica	No se especifica	Cada unión	Unión realizada mediante perfiles en forma de T de PEAD embutidos en la obra de fábrica. Soldaduras realizadas conforme lo indicado para las soldaduras de la lámina.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
LÁMINA DE PEAD: Lastrados	No se especifica	Lastrados provisionales: Continua durante la colocación de la lámina. Lastrado definitivo: al finalizar la realización de las soldaduras.	Lastrados provisionales: realizados correctamente una vez terminada una zona de trabajo o una jornada. Lastrado definitivo: realizado correctamente en toda la balsa con lastres de 1,5 mm de espesor y 7,5 m de longitud, en el fondo de la balsa separados 2 m entre ellos y rellenos de grava.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 21 / ZAHORRA ARTIFICIAL 1"- ZA0/20 :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Construcción de las capas granulares: Geometría de la capa de firme	Cantidad de material aportado en la superficie a controlar	Según PPTP o DO. En ausencia de indicaciones: Un control cada 2.500 m ² ó 10.000 m ²	Base: 15 cm de espesor. Subbase: 15 cm de espesor.	Comprobación	Plano ó documento de control o Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Materiales para capas granulares: Marcado CE	UNE-EN 13242:2002+A1:2007	Una vez al inicio del suministro y cuando cambie la procedencia.	El albarán contiene el Logotipo del Marcado «CE» y va acompañado de la Declaración de Prestaciones (DdP). Los valores declarados en la DdP permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Declaración de prestaciones	Jefe de Obra
Materiales para capas granulares: Estado e idoneidad de los materiales	No se especifica	Todos los suministros	No se aprecian raíces, tierra vegetal ni intercalaciones de materia orgánica. No se aprecian visualmente tamaños de árido superiores a 1/2 del espesor de la tongada compactada.	Inspección visual	Registro de Inspecciones y Ensayos (primera, última y no conformes)	Encargado
Materiales para capas granulares: Límites de Atterberg	UNE-EN ISO 17892-12:2019	Al inicio del suministro, en caso de duda y/o cambio de procedencia	No plástico	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
Construcción de las capas granulares: Densidad alcanzada en la compactación	Artículo 510 del PG3	7 ensayos por lote. Lote: el menor que resulte de aplicar estos 3 criterios en una sola tongada: - Una longitud de 500 m. - Una superficie de 3.500 m ² . - La fracción construida diariamente. Todos los áridos excepto el macadam.	Densidad de compactación $\geq 98\%$ PM. No se admitirán más de 2 determinaciones por lote con valor inferior al prescrito en más de 2 ptos. porcentuales	Laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
Construcción de las capas granulares: Espesor y anchura de la capa de firme	Artículo 510 del PG3	Medición en secciones transversales cada 20 m.	La anchura y el espesor medio obtenido nunca serán inferiores a lo especificado en el Proyecto. Podrán admitirse puntualmente espesores inferiores siempre que se cumpla lo especificado en el PG3.	Medición	Estadillo o Plano	Jefe de Obra
Construcción de las capas granulares: Rasante	Artículo 510 del PG3	Conforme lo acordado con la Dirección de Obra.	La rasante de la superficie terminada no supera la teórica en ningún punto y no quedará por debajo en más de 20 mm.	Medición	Estadillo o plano	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 22 / AGLOMERADO :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Aglomerado en caliente (todas las soluciones técnicas) (Nivel I): Marcado CE	UNE-EN 13108-1:2018	Para cada tipo de aglomerado en caliente y proveedor	El albarán contiene la marca CE y va acompañado de: - Declaración de Prestaciones (emitido por fabricante) - Certif. Conformidad del Control de Producción en Fábrica (emitido por org.notificado) - Los valores declarados cumplen con las especificaciones de la mezcla correspondiente: Base: AC 16 BASE 50/70 S. Rodadura: AC 16 SURF 50/70 S.	Comprobación	DdP y certificado de conformidad del control de producción en fábrica.	Jefe de Obra
Construcción de firmes con aglomerado en caliente (Nivel I): Temperatura máx./min. de mezcla a inicio/término de la compactación	UNE-EN 12697-13:2018	Todos los camiones al inicio del extendido y al finalizar la compactación.	Conforme a las especificaciones de la fórmula de trabajo establecida, aproximadamente entre 140 y 170°C. No se precian indicios de segregación, carbonización o sobrecalentamiento y la envoltura es homogénea.	Medición	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Construcción de firmes con aglomerado en caliente (Nivel I): Densidad alcanzada en la compactación (Densidad aparente)	UNE-EN 12697-6:2022	Una determinación por cada capa, al menor de los siguientes: - 500 m. - 3500 m2. - La fracción construída diariamente.	Densidad \geq 97% de la densidad máxima obtenida mediante el método Marshall.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
Construcción de firmes con aglomerado en caliente (Nivel I): Granulometría de la mezcla	UNE-EN 12697-2:2015+A1:2022	Una determinación cada 1.000 t (mínimo una)	Conforme a las especificaciones indicadas en la tabla 542.8 del PG3.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
Construcción de firmes con aglomerado en caliente (Nivel I): Porcentaje de huecos	UNE-EN 12697-8:2020	Una determinación por cada capa, al menor de los siguientes: - 500 m. - 3500 m2. - La fracción construída diariamente.	Conforme a las especificaciones de la fórmula de trabajo establecida.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Construcción de firmes con aglomerado en caliente (Nivel I): Espesor del firme	No se especifica	En obra: A lo largo de la ejecución (continua). En laboratorio: Una determinación por cada capa, al menor de los siguientes: - 500 m. - 3500 m2. - La fracción construída diariamente.	Espesor especificado +/- 10 % Capa base: conforme lo especificado en planos. Capa de rodadura: conforme lo especificado en planos.	Comprobación	En obra: Estadillo o Registro de inspecciones y ensayos. En laboratorio: informe de laboratorio.	Jefe de Obra
Construcción de firmes con aglomerado en caliente (Nivel I): Anchura del firme	No se especifica	Continua	Conforme el plano correspondiente.	Medición	Estadillo o Registro de inspecciones y ensayos.	Jefe de Obra
Construc. de firmes con aglom.calte. Mezcl.bitum. para capas de rodadura. Mezcla drenantes y discont (Nivel II); Cond. ejecución	PG3	Antes del inicio de los trabajos	No se permitirá la puesta en obra si: -Tª ambiente a la sombra < 5 °C (si el espesor de la capa < 5 cm, -Tª < 8 °C) -Con precipitaciones -Con viento intenso, después de heladas, o en tableros de estructuras, el Director Facultativo podrá aumentar estos límites.	Medición	Registro de inspecciones y ensayos o Estadillo	Jefe de Obra
Ligante bituminoso para TSR (Emul. bituminosas CATIONICAS y betunes mod. con polímeros): Marcado CE y etiquetado (t)	PG3 (Art. 212 y 213), UNE-EN 13808 y 14023	Cada envío	Albarán contiene la marca CE y va acompañado de: - Declaración de prestaciones (emitido por fabricante) - Cert. conformidad de control producción en fábrica (emitido por org. notificado) Riego de imprimación: C50BF4 IMP Riego de adherencia: C60B2	Comprobación	Copia de documentos	Jefe de Obra
Ligante bituminoso para TSR. Emul. bituminosas CATIONICAS: Ensayos	PG3 (Art. 214.6.2) UNE-EN 1430, 13075-1, 1428, 1429 y 12846-1.	2 muestras de riego de adherencia y 2 muestras de riego de imprimación	Ensayos a realizar: Carga de partículas, índice de rotura, contenido de ligante, residuo de tamizado y tiempo de fluencia. - MUESTRA 1: Para cada tipo de emulsión utilizada. Los valores cumplen las tablas 214.3.a y 214.3. del PG3. - MUESTRA 2: Se conserva para, en su caso, realizar ensayos de contraste.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Ejecución TSR: Dosificación del riego	No se especifica	Una vez (al menos en 3 puntos)	Riego de imprimación: 0,8 kg/m ² +- 15%. Riego de adherencia: 0,6 kg/m ² +- 15%.	Pesaje de bandejas metálicas, silicona y otro material colocadas en la superficie durante la aplicación	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
RIEGOS: Albarán	PG3	Todas las cisternas	El albarán contendrá todos los datos indicados en el PPT.	Comprobación	Albarán	Jefe de Obra
RIEGOS: Limitaciones de la ejecución	PG3	Continua	El riego se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados Celsius (>10 °C), y no exista riesgo de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar a juicio del Director de las Obras a cinco grados Celsius (5 °C), si la temperatura ambiente tiende a aumentar. La aplicación del riego se coordinará con la puesta en obra de la capa bituminosa superpuesta, de manera que la emulsión no haya perdido su efectividad como elemento de unión. Se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego mientras no se haya absorbido todo el ligante (R.Imprimación) o se haya producido la rotura de la emulsión en toda la superficie aplicada (R.Adherencia).	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra
MEZCLAS BITUMINOSAS: Marcado CE del árido y del ligante	UNE-EN 13043:2003 UNE-EN 15322:2014	Para cada tipo de mezcla bituminosa y proveedor.	- Declaración de Prestaciones (emitido por fabricante) Árido y ligante. - Certif. Conformidad del Control de Producción en Fábrica (emitido por org.notificado). Árido. -Los valores declarados cumplen con las especificaciones de la mezcla correspondiente: Base: AC 16 BASE 50/70 S. Rodadura: AC 16 SURF 50/70 S.	Comprobación	Árido: DdP y certificado de conformidad del control de producción en fábrica. Ligante: DdP	Jefe de Obra
MEZCLAS BITUMINOSAS: Dosificación del ligante	UNE-EN 12697-1:2022	Una determinación cada 1.000 t (mínimo una)	Capa base: 4 % +- 3 por mil. Capa de rodadura: 4,5% +- 3 por mil.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
MEZCLAS BITUMINOSAS: Especificaciones de la compactación	PG3	Continua	<ul style="list-style-type: none"> - Compactadores adecuados. - Funcionamiento correcto de los dispositivos de humectación, limpieza y protección. - Peso total y en su caso, presión de inflado de los compactadores. - Frecuencia y amplitud en los compactadores vibratorios. - N° de pasadas de cada compactador. 	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes) o estadillo	Jefe de Obra
MEZCLAS BITUMINOSAS: Adherencia entre capas	NLT-382	Una determinación por cada capa, al menor de los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> - 500 m. - 3500 m2. - La fracción construída diariamente. 	Adherencia conforme.	Ensayo de laboratorio	Informe de laboratorio	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 23 / VALLADO :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Elementos metálicos para cerramientos (alambres, mallas, grapas, puertas, tornillería, etc.): Especificaciones técnicas	UNE-EN 10204:2006	Una vez previamente al suministro.	Documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Documentación técnica del fabricante	Jefe de Obra
Elementos de madera o metálicos para cerramientos: Aspecto externo	No se especifica	100% de las unidades recibidas	Ausencia de desperfectos	Visual	Registro de inspecciones y ensayos	Encargado
Elementos de madera o metálicos para cerramientos: Dimensiones	No se especifica	10% de las unidades recibidas	Cumplimiento de especificaciones del pedido	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos	Encargado
Ejecución del cerramiento: Ubicación, colocación y fijación	No se especifica	Continua	Cumplimiento de especificaciones del plano correspondiente.	Comprobación	Plano o Registro de inspecciones y ensayos	Encargado

ACTIVIDAD 24 / PLANTACIONES :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Plantas con cepellón: Altura y especie	No se especifica	Cada envío	Altura y especie = certificado = solicitado.	Comprobación de certificado pasaporte o albarán del vivero	Certificado (si existe) o pasaporte o Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Plantas con cepellón: Aspecto sano y robusto/ Raíz principal repicada y abundantes secundarias no espiraladas/Tipo envase	No se especifica	Cada envío.	Ausencia síntomas marchitez, enfermedad o heridas. Raíz principal repicada y no espiralada. Robustez adecuada especie. Abundancia raíces secundarias no espiraladas. Si se realiza muestreo, el 90% serán conformes. Envase según solicitado	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Plantación: Posición planta / La compactación alrededor de la planta	No se especifica	Continua.	Plantas en correcta posición. Suelo compactado alrededor de la planta.	Comprobación	Plano o estadillo de control de la producción o Registro de inspecciones y ensayos	Encargado
Labores con movimiento de tierras: Resultado final de la operación	No se especifica	Continua	Que no queden afloramientos de roca, obstáculos o restos sobrantes dispersos por la superficie de la finca que dificulten el posterior laboreo con maquinaria.	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos o plano	Encargado
Labores previas al cultivo: Resultado final de la operación	No se especifica	Continua	Ausencia de arrastres de tierra vegetal, afloramientos de piedras, restos o tocones sin desarraigar	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos o plano	Encargado
Retirada de restos sobrantes: Método y resultado de la operación	No se especifica	Al finalizar la operación	Ejecutado conforme el plano correspondiente.	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Ahoyados: Densidad o número / Dimensiones	No se especifica	Continua.	Cumplimiento con el plano correspondiente.	Comprobación	Plano o estadillo de control de la producción o Registro de inspecciones y ensayos	Encargado
Acaballonado: Profundidad de caballón / Espaciamento	No se especifica	Continua.	Profundidad suficiente para el cepellón de la planta correspondiente. Espaciamento conforme el plano correspondiente.	Comprobación	Plano o estadillo de control de la producción o Registro de inspecciones y ensayos	Encargado

ACTIVIDAD 25 / ALTA TENSIÓN :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Empresa instaladora: Certificado de inscripción en el registro de empresa instaladora autorizada	RD 223/2008 / ITC-LAT 03	Cada empresa que participe en la instalación	Certif. de empresa inscrita en el registro de empresas instaladoras autorizadas en el órgano competente de la C.A. donde radique su sede social, con la categoría requerida por el tipo de instalación a ejecutar (apart. 5.1 del PEC o ITC-LAT 03)	Comprobación	Certificado de empresa instaladora autorizada	Jefe de Obra
Documentación técnica: Proyecto técnico	RD 223/2008, ITC-LAT 04, 09 y UNE 157001	Una vez, antes de comenzar la ejecución	Proyecto firmado por técnico titulado competente. Se adecua a las disposiciones reglamentarias y especific. particulares. En su caso, la empresa de transporte y distribución de energía revisa y aprueba el proyecto	Comprobación	Proyecto técnico	Jefe de Obra
Verificación inicial: Acta de verificación inicial	RD 223/2008 y ITC-LAT 05	Una vez, previo a la puesta en servicio	La empresa instaladora efectúa los ensayos previos a la puesta en servicio. La calificación de la línea es favorable.	Comprobación	Acta de verificación	Jefe de Obra
ALTA TENSIÓN: Documentación técnica	No se especifica	Una vez, antes de comenzar los trabajos de ejecución	Se dispone de la documentación técnica justificativa del cumplimiento de las especificaciones técnicas solicitadas.	Comprobación	Documentación técnica justificativa	Jefe de Obra
ALTA TENSIÓN: Marcado CE	Directiva 2014/35/UE	Todo el material eléctrico instalado, una vez.	Todo el material eléctrico dispone del símbolo de marcado CE o de la Declaración UE de conformidad	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos o copia de las declaraciones de conformidad	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 26 / BAJA TENSIÓN :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Empresa instaladora: Certificado de registro	No se especifica	Cada empresa que participe en la instalación	Existencia de cert. de empresa inscrita en el Registro de empresas instaladoras autorizadas en el órgano competente de la Com. Autónoma donde radique su sede social, con categoría acorde a la requerida según el tipo de instalación a ejecutar (punto 5.1 del PEC.36 o ITC-BT-03)	Comprobación	Certificado de empresa instaladora autorizada	Jefe de Obra
Material eléctrico: Marcado CE	Directiva 2014/35/UE	Todo el material eléctrico instalado, una vez.	Todo el material eléctrico dispone del símbolo de marcado CE o de la Declaración UE de conformidad	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos o copia de las declaraciones de conformidad	Jefe de Obra
Documentación Técnica: Documentación técnica	No se especifica	Una vez, antes de comenzar los trabajos de ejecución	Se dispone de la doc. técnica siguiente: - Proyecto. - Documentación técnica justificativa del cumplimiento de las especificaciones técnicas solicitadas.	Comprobación	Proyecto o memoria técnica	Jefe de Obra
Instalación: Verificación del funcionamiento de la instalación y del cumplimiento del REBT	UNE-HD 60364-6	Una vez, antes de su puesta en servicio	Existencia de "Certificado de Instalación" emitido por la empresa instaladora (las pruebas debe realizarlas un instalador autorizado), según modelo oficial y acorde a la instalación ejecutada	Comprobación	Certificado de Instalación	Jefe de Obra
Instalación: Prueba final de funcionamiento de la instalación	No se especifica	A la finalización de la ejecución	Funcionamiento de toda la instalación sin incidencias	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Inspecciones reglamentarias: Inspección inicial	No se especifica	Una vez, antes de su puesta en servicio	Existencia de "Certificado de Inspección Inicial" con resultado favorable conforme a la ITC-BT-05 del REBT, emitido por Organismo de Control autorizado	Comprobación	Certificado de inspección inicial	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 27 / ALBAÑILERÍA, FALSOS TECHOS, SOLADOS Y ALICATADOS :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Ladrillos cerámicos y bloques de termoarcilla: Marcado CE	UNE-EN 771-1:2011+A1:2016	Cada tipo de pieza (ladrillo o bloque de termoarcilla) y fabricante.	Existencia de Marcado CE: - Declaración de prestaciones. Los valores declarados permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Declaración de Prestaciones	Encargado
Baldosas cerámicas: Marcado CE	UNE-EN 14411:2016	Cada tipo de pieza (baldosa, azulejo y rodapié) y fabricante.	Existencia de Marcado CE: - Declaración de prestaciones. Los valores declarados permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Declaración de Prestaciones	Encargado
Cemento: Certificado de Calidad de Producto	UNE-EN 413-1: 2011	Uno por tipo de cemento y fabricante.	El cemento suministrado está en posesión de un distintivo de calidad vigente. Los valores declarados en la documentación de acompañamiento permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Certificado de Calidad de Producto	Encargado
Aditivos: Marcado CE	UNE-EN 934-2:2010+A1:2012	Uno por tipo de aditivo y fabricante.	Existencia de Marcado CE: - Declaración de prestaciones Los valores declarados permiten deducir el cumplimiento con los requisitos indicados en el PPT.	Comprobación	Declaración de Prestaciones	Encargado
Arena: Aspecto externo	No se especifica	Cada envío	Limpia, sin restos de materia orgánica, o terrosos.	Inspección visual en la recepción	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Encargado
Adhesivos cementosos: Marcado CE	UNE-EN 12004-1:2017	Uno por tipo de adhesivo y fabricante.	Existencia de Marcado CE: - Declaración de prestaciones Los valores declarados permiten deducir el cumplimiento con los requisitos indicados en el PPT.	Comprobación	Declaración de Prestaciones	Encargado

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Construcción de muros, tabiques y tabicones: Desplome	CTE DB-SE-F	Continua	Desviación máxima de 20 mm en la altura del piso y 50 mm en la altura total del edificio, o según prescripciones de proyecto técnico	Medición	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Encargado
Construcción de muros, tabiques y tabicones: Axialidad	CTE DB-SE-F	Continua	Desviación máxima de 20 mm o según prescripciones de proyecto técnico	Medición	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Encargado
Construcción de muros, tabiques y tabicones: Planeidad	CTE DB-SE-F	Continua	Desviación máxima de 5 mm por metro y 20 mm en 10 metros, o según prescripciones de proyecto técnico	Medición	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Encargado
Construcción de muros, tabiques y tabicones: Espesor	CTE DB-SE-F	Continua	Desviación máxima de ± 25 mm de la hoja del muro. + 10 mm del muro capuchino completo, o según prescripciones de proyecto técnico	Medición	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Encargado
Construcción de muros, tabiques y tabicones: Recibidos	CTE DB-SE-F	Todos los elementos a lo largo de la ejecución	Los muros están correctamente fijados, aplomados y unidos con el resto de elementos (esquinas, cruces, forjados...)	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Encargado
Rozas en muros y tabiques: Profundidad	No se especifica	Todos los elementos a lo largo de la ejecución	Profundidad inferior a un canto sobre ladrillo hueco	Medición	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Encargado
Rozas en muros y tabiques: Posición	No se especifica	Todos los elementos a lo largo de la ejecución	Distancia entre rozas en dos caras del tabique, superior a 40 cm Distancia a cercos, superior a 15 cm	Medición	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Encargado

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Enfoscados: Acabado y planeidad	No se especifica	Continua	Superficie plana, lisa y exenta de coqueras y resaltos. Desviación menor o igual a 5 mm medidos con regla de 1 m en enfoscados sin maestrear, y menor o igual a 3 mm en enfoscados maestreados	Medición	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra
Guarnecidos: Acabado y planeidad	No se especifica	Continua	Superficie plana, lisa y exenta de coqueras y resaltos. Desviación menor o igual a 3 mm medidos con regla de un metro y/o una variación total máxima de 15 mm en toda la longitud y anchura del paño	Medición	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra
Enlucido: Acabado y planeidad	No se especifica	Continua	Superficie plana, lisa y exenta de coqueras y resaltos. Desviación menor o igual a 3 mm medidos con regla de un metro y/o una variación total máxima de 15 mm en toda la longitud y anchura del paño	Medición	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra
Alicatado: Planeidad y acabado	No se especifica	Continua	Superficie plana, lisa y exenta de piezas agrietadas o rotas. Desviación menor o igual a 2 mm en todas las direcciones medida con una regla de 2 m	Medición	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra
Construcción de falsos techos: Planeidad	UNE-EN 13964:2016	Continua	Desviación menor o igual a 2,0 mm por metro longitudinal con un valor máximo de 5,0 mm sobre una longitud de 5 m	Medición	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra
Construcción de falsos techos: Alineación	UNE-EN 13964:2016	Continua	Los elementos y los soportes se alinean de forma exacta con el módulo	Medición	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Puesta en obra del aislamiento: Acabado	CTE-DB-HE	Continua	Colocación, posición, dimensiones y tratamiento de puntos singulares (puentes térmicos) según proyecto técnico	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Encargado
Construcción del solado: Planeidad y acabado	No se especifica	Continua	Desviación menor o igual a 4 mm medida por solape con reglas de 2 m. En caso de existir juntas, éstas no tendrán un resalto de más de 4 mm	Medición	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra
Placas de yeso laminado y transformados de placas de yeso lam. para particiones int.vertic.: Marcado CE	UNE-EN 520/A1 UNE-EN 14190 UNE-EN 13915	Cada envío	Existencia de Marcado CE: - Declaración de prestaciones - Informe del Producto Tipo (para materiales sometidos a legislación sobre reacción al fuego) Los valores declarados permiten deducir el cumplimiento con los requisitos de la actuación	Comprobación	Albarán (si existe) / Declaración de Prestaciones	Encargado
Aislantes: Marcado CE	UNE-EN 13164:2013+A1:2015 . UNE-EN 13162:2013+A1:2015	Uno por tipo de aislante y fabricante.	Marcado CE: - Declaración de prestaciones - Certificado de Constancia de Prestaciones (aplica legislación sobre fuego-alta reactividad) - Inf. Producto Tipo (aplica legislación sobre fuego-baja reactividad) Valores cumplen con las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Declaración de Prestaciones	Encargado
Placas y lamas para particiones interiores horizontales (falso techo): Marcado CE	UNE-EN 14246:2007	Uno por tipo de placa y fabricante.	Marcado CE: - Declaración de prestaciones - Certificado de Constancia de Prestaciones (aplica legislación sobre fuego-alta reactividad) - Inf. Producto Tipo (aplica legislación sobre fuego-baja reactividad) Valores cumplen con las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Declaración de Prestaciones	Encargado

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Productos auxiliares para falso techo.(adhesivos, perfilera, elem.fijac.mec): Marcado CE	UNE-EN 14496:2017 UNE-EN 13963:2014 UNE-EN 14195:2015 UNE-EN 14566+A1:2009	Uno por tipo de elemento (adhesivos, juntas, perfilera y elementos de fijación) y fabricante.	Marcado CE: - Declaración de prestaciones - Certificado de Constancia de Prestaciones (aplica legislación sobre fuego-alta reactividad) - Inf. Producto Tipo (aplica legislación sobre fuego-baja reactividad) Valores cumplen con las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Declaración de Prestaciones	Encargado
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: comprobación	UNE-EN 10204:2006	Una vez previamente al suministro.	- Documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT. - Certificado 3.1. de los materiales metálicos que las componen, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el PPT.	Comprobación	Documentación técnica del fabricante y/o certificados 3.1	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 28 / CARPINTERÍA :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Elementos de carpintería: Características de contracerros, cercos, marcos, puertas y ventanas	No se especifica	Todas las unidades, previo al montaje	Las características del material deben coincidir con las especificaciones indicadas en el PPT. Ausencia de daños o desperfectos	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Puertas: Planeidad	No se especifica	10% de cada tipo	Poniendo la puerta vertical sobre su arista más larga, se comprobará que la otra arista no presenta deformaciones	Visual	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Colocación de cercos y marcos: Posición	No se especifica	A lo largo de la ejecución	El cerco o marco desploma menos de 6 mm de la vertical. Variaciones inferiores a 2 mm en horizontal	Medición	Registro de inspecciones y ensayos	Encargado
Colocación de puertas: Holgura entre hoja, solado y cercos	No se especifica	Uno cada cinco unidades	Holgura superior a 2 mm e inferior a 4 mm	Medición	Registro de inspecciones y ensayos	Encargado
Colocación de puertas: Situación de pernios	No se especifica	Uno cada cinco unidades	No debe haber diferencia de cota en cerco y hoja	Visual	Registro de inspecciones y ensayos	Encargado
Colocación de puertas: Fijación de herrajes	No se especifica	Uno cada cinco unidades	Colocación y fijación estable a la fuerza a la que se ve sometida	Visual	Registro de inspecciones y ensayos	Encargado
Accesorios y equipos suplementarios: Aspecto externo	No se especifica	Todas las unidades	Igual a lo especificado y aspecto externo bueno y sin daños	Visual	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Colocación de accesorios y equipos suplementarios: Colocación	No se especifica	Todas las unidades	Fijación suficiente	Visual	Registro de inspecciones y ensayos	Encargado
Colocación de ventanas: Fijación de herrajes	No se especifica	Uno cada cinco unidades	Colocación y fijación estable	Visual	Registro de inspecciones y ensayos	Encargado
Ventanas y puertas peatonales exteriores: Marcado CE	UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017	Cada tipo	Se dispone de la Declaración de conformidad CE del fabricante.	Comprobación	Declaración de conformidad CE del fabricante	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones: Marcado CE	UNE-EN 13241-1:2004+A2:2017	Cada tipo	Se dispone de la Determinación del producto por un laboratorio de ensayo notificado.	Comprobación	Determinación del producto por un laboratorio de ensayo notificado.	Jefe de Obra
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: comprobación	UNE-EN 10204:2006	Una vez previamente al suministro.	<ul style="list-style-type: none"> - Documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT. - Certificado 3.1. de los materiales metálicos que las componen, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el PPT. 	Comprobación	Documentación técnica del fabricante y/o certificados 3.1	Jefe de Obra
PUERTAS Y VENTANAS: Comprobación del espesor	UNE-EN ISO 2808:2020	Todas las unidades	<ul style="list-style-type: none"> - Espesor del lacado de las ventanas > 15 micras. - Espesor del lacado de los paneles de las puertas > 25 micras. - Espesor del galvanizado de los cercos, bastidores, rejillas y contrapesos de las puertas > a lo indicado en la tabla 3 de la norma UNE-EN ISO 1461:2010. 	Comprobación en obra.	Estadillo o informe.	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 29 / CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Empresa instaladora: Certificado de registro	No se especifica	Cada empresa que participe en la instalación	Existencia de certificado de empresa inscrita en el Registro de empresas instaladoras autorizadas en el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde radique su sede social.	Comprobación	Copia del Certificado de Empresa Instaladora Autorizada	Jefe de Obra
Documentación técnica (Potencia térmica nominal > 5 kW): Contenido	No se especifica	Una vez, antes de comenzar los trabajos de instalación	Obligatoria memoria técnica redactada sobre impresos según modelo determinado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma y elaborada por un instalador autorizado o un técnico titulado competente.	Comprobación	Memoria técnica	Jefe de Obra
Equipos de climatización: Marcado CE	No se especifica	Antes de su instalación	Los equipos de climatización cuentan con marcado CE y se dispone de la "Declaración de conformidad CE del fabricante". Los valores declarados en la doc. de acompañamiento permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones del PPT.	Comprobación	Copia de la "Declaración de conformidad CE del fabricante"	Jefe de Obra
Equipos de climatización: Etiqueta indicativa (tipo de gas refrigerante del equipo e instrucciones de manejo de este)	No se especifica	Antes de su instalación	Los equipos de climatización que contienen gases fluorados disponen de etiqueta que indica que gas refrigerante contiene y en qué cantidad. Además de contener las instrucciones de manejo.	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Equipos de clima: Certif. de competencia para la manipulación de equipos con sist. frigoríficos con refrigerantes fluorados	No se especifica	Antes de su instalación	Los equipos de climatización que contienen gases fluorados van a ser instalados por personal con el certificado de competencia en la manipulación de gases fluorados correspondiente emitido por el órgano competente de una Comunidad Autónoma.	Comprobación	CopiaCopia del Certificado acreditativo de la competencia para la manipulación de equipos con sistemas frigoríficos de cualquier carga de refrigerantes fluorados del personal instalador	Jefe de Obra
Tubería cobre (SIN certificado cal. producto): Marcado CE	No se especifica	Antes de su instalación	Existencia de la "Declaración de conformidad CE del fabricante". Los valores declarados en la documentación de acompañamiento permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Copia de la "Declaración de conformidad CE del fabricante"	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Conductos de aire (SIN certificado cal. prod.): Marcado CE	No se especifica	Antes de su instalación	Existencia de la "Declaración de conformidad CE del fabricante". Los valores declarados en la documentación de acompañamiento permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Copia de la "Declaración de conformidad CE del fabricante"	Jefe de Obra
Aislamientos (SIN certificado cal. producto): Marcado CE	No se especifica	Antes de su instalación	Existencia de la "Declaración de conformidad CE del fabricante". Los valores declarados en la documentación de acompañamiento permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Copia de la "Declaración de conformidad CE del fabricante"	Jefe de Obra
Pruebas puesta en servicio: Verificación funcionamiento y requisitos RITE	No se especifica	Al finalizar la instalación	Mediante el certificado de instalación emitido por el instalador autorizado, se evidencia la realización con resultado conforme de las pruebas de puesta en servicio exigidas por la IT 2 del R.I.T.E	Comprobación	Certificado de instalación	Jefe de Obra
Certificado de instalación: Contenido del certificado	No se especifica	Al finalizar la instalación	Existencia de Certificado de la Instalación, elaborado por el Instalador autorizado y conforme al modelo oficial establecido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma	Comprobación	Certificado de instalación	Jefe de Obra
Instalación: Prueba final de funcionamiento de la instalación	No se especifica	Al finalizar la ejecución	Funcionamiento de la instalación completa sin incidencias	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: comprobación	UNE-EN 10204:2006	Una vez previamente al suministro.	<ul style="list-style-type: none"> - Documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT. - Certificado 3.1. de los materiales metálicos que las componen, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el PPT. 	Comprobación	Documentación técnica del fabricante y/o certificados 3.1	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 30 / FONTANERÍA Y SANEAMIENTO :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Tubos, válvulas, llaves, grifería, aparatos sanitarios, aislantes térmicos y contadores: Integridad del suministro	No se especifica	Cada suministro	Los materiales recibidos se corresponden en número y tipo a los solicitados y, a simple vista, no presentan daños mecánicos o golpes.	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos.	Jefe de Obra
Empresa instaladora: Certificado de registro	No se especifica	Cada empresa que participe en la instalación	Existencia de certificado de empresa inscrita en el Registro de empresas instaladoras habilitadas en el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde radique su sede social.	Comprobación	Copia del Certificado de Empresa Instaladora habilitada	Jefe de Obra
Tubos y accesorios: Marcado CE	No se especifica	Por cada tipo de producto y suministrador	Existencia de marcado CE: - Declaración de Prestaciones (todos los casos) Los valores declarados permiten deducir el cumplimiento con los requisitos del PPT.	Inspección visual	Declaración de Prestaciones	Jefe de Obra
Válvulas: Informe de ensayos del fabricante	No se especifica	Por cada tipo de producto y suministrador	Existencia de informe de ensayos emitido por el fabricante con indicaciones de, al menos, la presión de servicio de las válvulas. Los valores declarados en dicho informe permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones del PPT.	Inspección visual	Informe de ensayos	Jefe de Obra
Grifería: Homologación	RD 358/1985	Por cada tipo de producto y suministrador	Existencia de homologación según RD 358/1985. Los valores declarados en la documentación de acompañamiento permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones de la actuación	Inspección	Copia de la homologación	Jefe de Obra
Aparatos sanitarios: Marcado CE	UNE-EN 14688:2016+A1:2019 UNE-EN 997:2019	Por cada tipo de producto y suministrador	El albarán contiene el Logotipo del Mercado «CE» y va acompañado de la Declaración de Prestaciones. Los valores declarados en la documentación de acompañamiento permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones del PPT.	Inspección	Declaración de Prestaciones	Jefe de Obra
Ejecución de la instalación: Disposición, cotas y distancias de los elementos de la instalación	No se especifica	Durante toda la actuación, por tramos a definir en obra	Todos los elementos de la instalación (contadores, aparatos de control, volantes, llaves, válvulas, grifos, etc) se corresponden en número y ubicación con las especificaciones de proyecto y quedan visibles, accesibles y maniobrables	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos / Plano de la instalación	Encargado

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Certificado de Instalación: Contenido del Certificado	No se especifica	Al finalizar la instalación	Existencia de Certificado de la Instalación, elaborado por el Instalador autorizado y conforme al modelo oficial establecido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.	Comprobación	Certificado final de instalación	Jefe de Obra
Prueba de funcionamiento: Estanqueidad de la instalación y funcionamiento	UNE-CEN/TR12108: 2015 IN UNE-EN 14336:2005	Toda la instalación	No existen fugas ni otro tipo de incidencias. Funcionamiento correcto de todos los grifos y llaves de paso	Prueba final de la instalación	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: comprobación	UNE-EN 10204:2006	Una vez previamente al suministro.	- Documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT. - Certificado 3.1. de los materiales metálicos que las componen, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el PPT.	Comprobación	Documentación técnica del fabricante y/o certificados 3.1	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 31 / CERRAMIENTO Y CUBIERTA :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Materiales y productos de construcción de la cubierta: Marcado CE / Certificado de Calidad de Producto	UNE-EN 14509:2007 UNE-EN 14963:2007	Uno por cada tipo de elemento (panel y lucernario) y fabricante.	Marcado CE con la doc. correspondiente al sistema de evaluación de conformidad y/o Certificado de Calidad de Producto emitido por organismo acreditado. Los valores declarados en la doc. permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Declaración de Prestaciones / Caertificado de Calidad de Producto	Jefe de Obra
Sistema de formación de pendientes: Ángulo de inclinación	C.T.E. DB HS	Una vez por cada paño / faldón	Se obtiene la pendiente marcada en proyecto. Ésta alcanza el ángulo mínimo dispuesto en las tablas 2.9 o 2.10 del DB HS-1 del CTE en función del tipo de cubierta y protección.	Medición	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra
Sistema de formación de pendientes: Espesor, planeidad y acabado	C.T.E. DB HS, HR y HE	Una vez por cada paño / faldón	Se obtiene una superficie plana, sin huecos ni resaltos. Ningún punto tiene un espesor inferior al de proyecto.	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra
Juntas de dilatación: Características y ubicación	C.T.E. DB HS y SE-F	Todas las juntas	Las juntas de dilatación presentan bordes romos, con ángulo aproximado de 45º y anchura >=3cm. Las juntas de la cubierta coinciden con las juntas estructurales y con los encuentros con paramentos verticales. En ningún caso están a más de 15 m entre sí	Inspección visual / Medición	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra
Sistema de evacuación de agua: Características y ubicación	C.T.E. DB HS	Todos los elementos	Ubicación, fijación, dimensiones, acabado e inclinación, en su caso, según proyecto técnico. Como mínimo se cumple lo dispuesto en los apartados 2.4.4.1.4, 2.4.4.1.5, 2.4.4.2.9 del DB HS-1 del CTE	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Puntos singulares: Acabado	C.T.E. DB HS, HR y HE	Todos los puntos singulares	Todos los puntos singulares de la cubierta se resuelven conforme a las indicaciones del proyecto técnico. Como mínimo, se cumple lo dispuesto en el apartado 2.4.4 del DB HS-1 del CTE	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos (primera, última y no conformes)	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Puesta en servicio de cubiertas inclinadas: Impermeabilidad	NTE-QTP, QTT y QTZ	Una vez por faldón al finalizar la cubierta	No se aprecian atascos en los elementos del sistema de evacuación de aguas y el tiempo de desagüe es acorde a lo esperado. No se aprecia penetración de agua dentro de las 48 horas siguientes a la prueba.	Ensayo in-situ. Se sitúa un dispositivo de riego en cumbrera simulando lluvia sobre la cubierta durante, al menos, 6 horas	Registro de inspecciones y ensayos o informe del ensayo	Jefe de Obra
PANELES: Espesor del revestido	UNE-EN ISO 2808:2020	10% de los paneles, tanto de la cubierta como del cerramiento vertical.	Lacado interior y exterior superior a 25 micras.	Comprobación "in situ"	Informe o estadillo	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 32 / ESTRUCTURA METÁLICA :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Productos de acero (perfiles, barras...) y componentes estructurales: Marcado CE // D.O.R.	UNE-EN 10025-1, 10210-1, 10219-1 y 1090-1	Un vez por tipo de producto y fabricante	Existencia de Marcado CE: - Declaración de Prestaciones - Certificado de Conformidad del Control de Producción en Fábrica. O en su caso, existencia de D.O.R. en vigor. Los valores declarados permiten deducir el cumplimiento del PPT.	Comprobación	Declaración de prestaciones, certificado de conformidad del control de producción en fábrica o D.O.R.	Jefe de Obra
Tornillos, tuercas, arandelas y bulones sin Marcado CE // D.O.R.: Grado, límite elástico y resistencia a tracción mínima	EAE (Artículo 88.2.1) UNE-EN-ISO 898-1 PNE-prEN-ISO 898-2	10 Uds. / lote (un lote se corresponde con cada tipo de fijación y grado acero)	Según especificaciones del pedido y el PTP	Ensayo	Informe de ensayo aportado por el fabricante	Jefe de Obra
Consumibles de soldeo con Marcado CE // D.O.R.: Marcado CE // D.O.R.	UNE-EN 13479	Un vez por cada tipo de producto y fabricante	Existencia de Marcado CE: - Declaración de Prestaciones - Certificado de Conformidad del Control de Producción en Fábrica. O en su caso, existencia de DOR en vigor. Los valores declarados permiten deducir el cumplimiento del PPT.	Comprobación	Declaración de prestaciones, certificado de conformidad del control de producción en fábrica o D.O.R.	Jefe de Obra
Sistemas de protección. Pintura: Ensayo de condensación de agua	UNE-EN ISO 6270-1:2019 UNE-EN ISO 4628-2-3-4-5:2016	3 probetas por tipo de pintura y fabricante	Tras el ensayo de condensación de agua durante 120 horas: - Ampollamiento 0 (S0) - Óxido Ri 0 según ISO - Agrietamiento 0 (S0) - Descamación 0 (S0)	Ensayo	Informe de ensayo	Jefe de Obra
Planificación de Control de Calidad de la estructura metálica (plan de autocontrol PGA): Aprobación por la Dirección Facultativa	EAE (Artículo 82.1, 82.4.1 y 89)	Cada versión de la planificación, antes de su aplicación	La Dirección Facultativa ha dado su visto bueno a las inspecciones planificadas para el control de la estructura (PGA)	Comprobación	Mediante firma en PGA, libro de órdenes, e-mail o acta de reunión	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Programa de montaje y control de la estructura: Documentación de montaje. Contenido y aprobación por la Dirección Facultativa	CTE DB SE-A (Artículo 12.5) EAE (Artículos 78.2 y 91.3)	Cada versión, antes de su aplicación	Programa de montaje y control elaborado por montador de acuerdo con lo indicado en el artículo 91.3.1 de la EAE / 12.5 del CTE DB SE-A: - Memoria de montaje - Planos de montaje - Programa de inspección La DF aprueba el programa de montaje y control.	Comprobación	Programa de montaje y control / Firma en programa, libro de órdenes, e-mail o acta de reunión	Jefe de Obra
Cualificación de soldadores: Certificado de cualificación de los soldadores y del procedimiento de soldadura	UNE-EN ISO 9606-1:2017	Un vez por procedimiento de soldadura realizado y por soldador.	Certificado del procedimiento de soldadura y certificados de cualificación de los soldadores en vigor, emitidos por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.	Comprobación	Certificados	Jefe de Obra
Uniones soldadas: Calidad de las soldaduras	EAE (Artículo 77.6 y 91.2.2.5) UNE-EN-ISO 17637:2017	100% de los cordones, al menos 16 horas después de su ejecución (40 h si hay riesgo de fisuración en frío)	- Inspección visual: Nivel calidad B. - Líquidos penetrantes: Calidad B, nivel de aceptación 2C.	Comprobación	Informe de inspección / Fotografías / Planos / Croquis	Jefe de Obra
Uniones soldadas: Cualificación del laboratorio y del inspector de soldaduras	EAE (Artículo 91.2.2.5) UNE-EN 14618 RD 410/2010	Al comienzo de los trabajos y con cada nueva incorporación	El laboratorio dispone de acreditación ENAC (ISO/IEC 17025) o Declaración Responsable. Inspecciones realizadas por inspectores de soldaduras nivel 2, según UNE 14618, o por cualquier otra persona con suficiente cualificación técnica autorizada por la D.F.	Comprobación	Acreditación de ENAC / Declaración Responsable / Certificado de cualificación	Jefe de Obra
Uniones soldadas: Calidad de las soldaduras. Cordones en ángulo	CTE-DB SE-A (Artículo 10.8.4) EAE (Artículo 77.6) LP: UNE-EN ISO 3452-1 y 23277 PM: UNE-EN ISO 17638 y 23278	Según Anejo de control de Calidad de proyecto. En ausencia de indicaciones (previa aceptación DF) 20% de los cordones. Nota: Si el cordón ensayado es longitudinal, ensayo \geq 15% longitud.	El inf. laboratorio acepta los cordones ensayados. - CTE: Según indicaciones del PPTP - EAE: Clasific. niveles soldadura (según UNE-EN-ISO 5817) cumple lo especificado para cada ud. en función de la clase de ejecución asignada (ver tabla 77.6.a EAE)	Ensayo de laboratorio mediante Líquidos Penetrantes o Partículas Magnéticas	Informe de ensayo	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Uniones soldadas: Calidad de las soldaduras. Cordones a tope	CTE-DB SE-A (Artículo 10.8.4) EAE (Artículo 77.6) RX: UNE-EN ISO 17636 y 10675 US: UNE-EN ISO 17640	Según Anejo de control de Calidad de proyecto. En ausencia de indicaciones (previa aceptación DF) 20% de los cordones (50% si trabajan a tracción). Nota: Si el cordón ensayado es longitudinal, ensayo \geq 15% longitud.	El inf. laboratorio acepta los cordones ensayados. - CTE: Según indicaciones del PPTP - EAE: Clasific. niveles soldadura (según UNE-EN-ISO 5817) cumple lo especificado para cada ud. en función de la clase de ejecución asignada (ver tabla 77.6.a EAE)	Ensayo de laboratorio mediante Radiografías o Ultrasonidos	Informe de ensayo	Jefe de Obra
Uniones atornilladas: Par de apriete (Nivel 2)	EAE (Artículos 76.6, 76.7 y 91.2.2.7)	100% de las uniones elementos principales (vigas, pilares, chapas, etc.) y 25% de las uniones elementos secundarios (rigidizadores)	Unión normal: No es necesario valor de par de apriete, se considera válido el valor alcanzado por un operario utilizando llaves sin prolongador Unión con precarga: Par de apriete según PPTP (llave dinamométrica, arandela con indicador de presión...)	Comprobación	Registro de inspecciones y ensayos / Planos / Croquis	Encargado
Tolerancias de montaje: Disposiciones, cotas y distancias de los elementos	CTE (Artículo 11.2) EAE (Artículo 80.1)	Por grupos homogéneos de elementos montados (cerchas, soportes, vigas...), a lo largo de la ejecución	Disposiciones, orientaciones cotas y distancias dentro de las tolerancias indicadas en el proyecto o, en las actuaciones en las que aplique el CTE o la EAE, las tolerancias indicadas en los apartados 11.2 (CTE) u 80.1 (EAE) respectivamente	Control geométrico	Planos	Jefe de Obra
ESTRUCTURA METÁLICA: Especificaciones técnicas	UNE-EN 10204:2006	Una vez previamente al suministro.	- Documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT. - Certificado 3.1. de los materiales metálicos que la componen, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el PPT.	Comprobación	Documentación técnica del fabricante y certificados 3.1	Jefe de Obra
ESTRUCTURA METÁLICA: Certificado de producción en fábrica	UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012	Una vez por fabricante	Exisncia de certificado de conformidad del control de producción en fábrica de fabricación de estructuras de acero en vigor, tipo EXC-2 o superior, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.	Comprobación	Certificado	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 33 / PUENTE GRÚA :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
PUENTE GRÚA: Especificaciones técnicas	UNE-EN 10204:2006	Una vez previamente al suministro.	<ul style="list-style-type: none"> - Documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT. - Certificado 3.1. de los materiales metálicos que lo componen, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el PPT. 	Comprobación	Documentación técnica del fabricante y certificados 3.1	Jefe de Obra
PUENTE GRÚA: Marcado CE	No lo especifica	Todas las unidades	Declaración de conformidad CE y El puente grúa incluye las siguientes marcas: -Marcado CE	Visual en la recepción	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
PUENTE GRÚA: Documentación de acompañamiento	No lo especifica	Todas las unidades	Documentación de cada puente grúa: - Ficha técnica de los puentes grúa indicando como mínimo las especificaciones indicadas a continuación: • Nombre del fabricante del equipo. • N°. de pedido. • Cliente. • Tipo de equipo • N° de fabricación. • Fecha de fabricación. • Capacidad nominal de la máquina. • Tensión de servicio. • Tensión de mando. • Certificado del cable o cadena • Certificado del gancho • Tipo de carro o polipasto. • Altura de elevación. • Velocidades. • Tipo de motores con indicación de potencia, número de revoluciones, grado de intermitencia y protección. • Tipo de reductoras y relación de reducción. - Certificado de prueba del polipasto. - Certificado del cable de acero. - Certificado del gancho. - Catálogo de piezas de repuesto. - Libro historial del puente grúa.	Comprobación	Copia de los documentos	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
PUENTE GRÚA: Ensayos	UNE 58118:1984	Todas las unidades	<p>Se realizarán en obra los siguientes ensayos y comprobaciones conforme el PPT:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconocimiento de la adecuación de un aparato de elevación. - Reconocimiento de montaje e instalación de un aparato de elevación. - Reconocimiento de adecuación de un accesorio de elevación. - Ensayos de conformidad. - Revisión visual. - Ensayos estáticos. - Ensayos dinámicos. - Ensayo de estabilidad. 	<p>Ensayos estáticos, dinámicos y de estabilidad: ensayos en obra.</p> <p>Resto de ensayos y comprobaciones: en obra o en fábrica.</p>	Informe	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 34 / INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Sistemas de detección y alarma de incendios: Marcado CE	Reglamento UE Nº 305/2011, Serie de normas UNE-EN 54	Una vez al inicio del suministro de la central automática de incendios y de los pulsadores.	Marcado CE Sist. verific. 1: · Certificado de Constancia de Prestaciones · Declaración de Prestaciones · Logotipo CE Cumplimiento especificaciones del proyecto.	Comprobación	Copia de los Certificados y DdP	Jefe de Obra
Extintores portátiles: Marcado CE	Directiva Equipos Presión, UNE-EN 3-8	Uno por cada tipo de extintor y fabricante.	Marcado CE para equipos a presión: · Cert. Conformidad de Organismo Notificado según módulo evaluación (si procede) · Declaración CE de Conformidad · Logotipo CE Cumplimiento especificaciones del proyecto para extintores de polvo ABC y de Co2.	Comprobación	Copia de los Certificados y Declaraciones	Jefe de Obra
Extintores portátiles: Certificado de Calidad de Producto	UNE-EN 3-7:2004+A1:2008 UNE-EN 3-10:2010	Uno por cada tipo de extintor y fabricante.	Cert. Cal. Producto emitido por entidad acreditada. Los valores declarados en la documentación de acompañamiento permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones definidas en el Proyecto.	Comprobación	Copia de los Certificados	Jefe de Obra
Sistemas de señalización: Certificado de Calidad de Producto	UNE 23033-1:2019 UNE 23035-1:2003 UNE 23035-2:2003 UNE 23035-4:2003	Uno por cada tipo de señal	Certificado de Calidad de Producto Los valores declarados en la documentación de acompañamiento permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones definidas en el Proyecto.	Comprobación	Copia de los Certificados	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 35 / INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Homologación de los instaladores: Certificado de homologación	No se especifica	Antes de la instalación	Existencia de certificado de profesionalidad de la ocupación de instalador de sistemas fotovoltaicos y eólicos de pequeña potencia.	Comprobación	Copia certificado de homologación	Jefe de Obra
Módulos Fotovoltaicos: Certificado de calidad de producto/Certificado de conformidad/Ensayos	UNE-EN 61215-1-1:2016 UNE-EN 61115-1-X:2017 CTE	Cada envío, todas las unidades	Los módulos están certificados según UNE-EN 61215-1-1:2016 para módulos de silicio cristalino o UNE-EN 61215-1-X:2017 para módulos fotovolta. de capa delgada (X=2,3 0 4, según corresponda) o han superado los ensayos correspondientes según el uso establecido en las normas UNE-EN 61215, según corresponda. Los módulos deben acompañarse de doc. que recojan, al menos, la información que figura en el punto 5.1 PEC.107	Visual	Copia del certificado o Informe de laboratorio	Jefe de Obra
Componentes de la instalación: Adecuación al uso de los componentes	No se especifica	Antes de realizar la compra	Los componentes a adquirir se corresponden en número y modelo con los del proyecto, y son adecuados a las características exigidas por el proyecto.	Comprobación	Documento de compra	Jefe de Obra
Componentes de la instalación: Tipo, número y estado de los componentes	No se especifica	Cada envío, todas las unidades	Los componentes recibidos se corresponden en número y modelo del pedido, a simple vista no presentan superficies rotas, agrietadas, rasgadas, dobladas o desalineadas, burbujas o expoliaciones.	Visual	Albarán de entrega	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Componentes de la instalación: Etiquetado	No se especifica	Cada envío, todas las unidades	Cada elemento de la instalación estará marcado de manera clara e indeleble con la siguiente información: Las baterías o vasos del ACUMULADOR: * Tensión nominal (V)/ Polaridad de terminales/ Capacidad nominal (Ah)/ Fabricante y núm.serie/ Marcado CE Los REGULADORES de carga: * Tensión nominal (V)/ Corriente máxima (A)/ Fabricante y núm.serie/ Polaridad de terminales y conexiones/ Terminales para cada conexión/ Marcado CE Los INVERSORES: * Potencia nominal (VA)/ Tensión nominal de entrada (V)/ Tensión (V) y frecuencia (Hz) nominales de salida/ Polaridad de terminales/ Fabricante y núm.serie/ Marcado CE El INVERSOR tendrá docs. con, al menos, la siguiente información: Rango tensión entrada (V)/ Rendimiento a potencia nominal (%)/ Sobrecarga puntual 0,5s (%In)	Visual	Albarán de entrega	Jefe de Obra
Instalación y Montaje: Ubicación de los componentes de la instalación	No se especifica	Una vez, antes de la instalación	Se realiza el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación y éste es coherente con lo establecido en el proyecto técnico de la instalación o sus modificaciones.	Visual	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Instalación y Montaje: Orientación e inclinación de los módulos	No se especifica	Una vez, después del montaje	Los módulos están orientados e inclinados de acuerdo con lo establecido en el proyecto técnico de la instalación o sus modificaciones.	Visual	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Entrega de la instalación: Documentación de la instalación	No se especifica	Una vez, a la entrega	Se entrega toda la doc de la instalación: - Fichas técnicas de componentes - Registro de pruebas del instalador (Funcionamiento, puesta en marcha, pruebas de arranque y parada, de protección del sistema y de determinación de potencia instalada) - Manuales de uso y mantenimiento instalación	Visual	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA: Estructura metálica	UNE-EN ISO 1461:2023 UNE-EN ISO 8501-1:2008	31 estructuras	Granallado, limpieza y espesor del galvanizado conforme la normativa correspondiente.	Comprobación en fábrica	Informe	Jefe de Obra
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA: Verificación del funcionamiento y del cumplimiento del RAT	UNE 20460 UNE-EN 61215-2:2021 RD 214/2019	Una vez cada instalación (instalación de planta fotovoltaica e instalación de interconexión con la red)	Verificación del funcionamiento de la instalación y del cumplimiento del RAT, realizado por una empresa especializada o un laboratorio acreditado según la norma UNE-EN ISO/IEC 17025.	Comprobación	Informe	Jefe de Obra
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA: Ensayo de potencia máxima	UNE 20460 UNE-EN 61215-2:2021	Una vez en la instalación de planta fotovoltaica	Ensayo de potencia máxima MQT-02 coforme la norma de referencia.	Ensayo	Informe	Jefe de Obra
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA: Inspección inicial y durante ejecución	UNE 20460 UNE-EN 61215-2:2021 RD 214/2019	Una vez cada instalación (instalación de planta fotovoltaica e instalación de interconexión con la red)	Inspección inicial y durante la ejecución conforme la normativa de referencia.	Comprobación	Informe	Jefe de Obra
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA: Prueba final de funcionamiento	UNE 20460 UNE-EN 61215-2:2021 RD 214/2019	Una vez cada instalación (instalación de planta fotovoltaica e instalación de interconexión con la red)	Prueba final de funcionamiento de la instalación conforme la normativa de referencia.	Comprobación	Informe	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 36 / BOMBAS Y MOTORES :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Equipos de bombeo. Motores y bombas: Características técnicas	No se especifica	Todas las unidades	- Etiqueta de identificación sobre el motor y la bomba, cuyos datos deben coincidir con los del pedido - Dimensiones de bridas	Visual en la recepción	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Equipos de bombeo. Bombas: Marcado CE	UNE-EN 809:1999+A1:2010/A C:2010	Todas las unidades	Declaración de conformidad CE y La bomba incluye las siguientes marcas: -Marcado CE - Nombre o marca comercial. - Dirección del fabricante/suministrador - Número de identificación de la bomba - Tipo de bomba - Tamaño - Caudal - Presión (mca)	Visual en la recepción	Registro de inspecciones y ensayos	Jefe de Obra
Equipos de bombeo. Bombas: Documentación de acompañamiento	UNE-EN-ISO-9905	Todas las unidades	Documentación de cada bomba suministrada: - Hoja de datos - Plano de instalación acotado - Manual de instrucs. con: *información sobre instalación y puesta en marcha, (preparación para un 1er arranque) *funcionamiento *parada completa *mantenimiento (control, explotación y reparación) *planos de seccion transvers. y lista de piezas *holguras de funcionamiento *Curvas de funcionamiento *lista de piezas de recambio Si es necesario instrucciones particulares para condiciones específicas de funcionamiento.	Comprobación	Copia de los documentos	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Equipos de bombeo. Motores y bombas: Documentación de componentes	UNE-EN 10204:2006	Todas las unidades	Bombas: - Certificados 3.1 conforme a norma UNE-EN 10204:2006 del cuerpo, impulsor, eje y bancada. - Certificados 2.2 conforme a la norma UNE-EN 10204:2006 del aro rozante del cuerpo y la camisa del eje. Motores: - Certificados 3.1 conforme a norma UNE-EN 10204:2006 del cuerpo y de los principales componentes metálicos de los motores.	Comprobación	Copia de los documentos	Jefe de Obra
Equipos de bombeo. Bombas: Funcionamiento en fábrica	UNE-EN ISO 9905:1999/A1:2011	Todas las unidades. En presencia del laboratorio: al menos, una unidad por cada tipo de bomba (misma potencia y funcionamiento).	Altura, caudal, consumo y rendimiento según curvas características. Grado de aceptación 1U en el punto nominal de la curva y grado de aceptación 2B para el resto de puntos de la curva.	Prueba en fábrica	Informe o acta de la prueba	Jefe de Obra
Equipos de bombeo. Bombas: Ensayo hidrostático en fábrica	UNE-EN ISO 9905:1999/A1:2011	Todas las unidades. En presencia del laboratorio: al menos, una unidad por cada tipo de bomba (misma potencia y funcionamiento).	Todas las envolventes sometidas a presión deben superar un ensayo hidrostático, a 1,5 veces la presión máxima admisible. No se observan fugas o goteo durante 30 min.	Prueba en fábrica	Informe o acta de la prueba	Jefe de Obra
Equipos de bombeo. Bombas: Ensayo de vibraciones	UNE-EN ISO 9905:1999/A1:2011	Todas las unidades. En presencia del laboratorio: al menos, una unidad por cada tipo de bomba (misma potencia y funcionamiento).	Los límites de aceptación de vibraciones, en condiciones de funcionamiento ordinarias serán los recogidos en la UNE EN ISO 9905 (apartado 4.3.2), se deberán acordar antes de la realización de la prueba .	Prueba en fábrica	Informe o acta de la prueba	Jefe de Obra
Prueba de funcionamiento de la instalación: Funcionamiento de la instalación	No se especifica	Todas las unidades	Correcto funcionamiento de la Estación de Bombeo.	Prueba in situ	Informe o acta de la prueba	Jefe de Obra
BOMBAS: Comprobación del revestido	UNE-EN ISO 2808:2020	Todas las bombas	El espesor del revestido interior de las bombas es ≥ 45 micras y el exterior ≥ 140 micras.	Comprobación "in situ" o en fábrica	Informe o estadillo	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
BOMBAS: Ensayo de NPSH y temperatura de rodamientos	UNE-EN ISO 9905:1999/A1:2011	Todas las unidades. En presencia del laboratorio: al menos, una unidad por cada tipo de bomba (misma potencia y funcionamiento).	- NPSH: Ensayo realizado conforme la norma de referencia, no se permite la existencia de cavitaciones. - Temperatura de los rodamientos: En los dos rodamientos de todas las bombas se comprobará la temperatura de los mismos, para todos los caudales empleados para realizar el ensayo de funcionamiento excepto para el caudal de parada, siendo en todos los casos la temperatura obtenida inferior a 40°C más la temperatura ambiente.	Prueba en fábrica	Informe o acta de la prueba	Jefe de Obra
MOTORES: Comprobación del revestido	UNE-EN ISO 2808:2020	Todos los motores	El espesor del revestido de los motores es \geq 150 micras.	Comprobación "in situ" o en fábrica	Informe o estadillo	Jefe de Obra
MOTORES: Ensayos en fábrica	Legislación vigente Norma NEMA UNE-EN IEC 60034-2-3:2020	Todos los motores	Realización de los ensayos estándar conforme las normas de referencia: -Ensayo de resistencia eléctrica en frío. -Ensayo de resistencia eléctrica en caliente. -Ensayo de vacío. -Ensayo en carga. -Ensayo de rotor bloqueado. -Ensayo de rigidez dieléctrica. -Ensayo de calentamiento. -Comprobación del rendimiento, factor de potencia, corriente y velocidad al 100%, 75% y 50%. -Ensayo de par máximo en tensión nominal.	Prueba en fábrica	Informe o acta de la prueba	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
MOTORES: Documentación de acompañamiento	No se especifica	Todas las unidades	<p>Documentación de cada motor suministrado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Manual de instrucciones, incluyendo información sobre la instalación, la puesta en marcha (preparación para el primer arranque), el funcionamiento, la parada completa, el mantenimiento (control, explotación y reparación), incluyendo planos de secciones transversales con la lista de las piezas, las holguras de funcionamiento etc., y si es necesario, instrucciones particulares para condiciones específicas de funcionamiento. - Lista de las piezas de recambio. - Resultados, especificaciones y tolerancias de todos los ensayos realizados en cada motor. 	Comprobación	Copia de los documentos	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 37 / TRAMEX Y BARANDILLAS :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: comprobación	UNE-EN 10204:2006	Una vez previamente al suministro.	- Documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT. - Certificado 3.1. de los materiales metálicos que las componen, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el PPT.	Comprobación	Documentación técnica del fabricante y/o certificados 3.1	Jefe de Obra
SOLDADURAS: Documentación	UNE-EN ISO 9606-1:2017	Un vez por procedimiento de soldadura realizado y por soldador.	Certificado del procedimiento de soldadura y certificados de cualificación de los soldadores en vigor, emitidos por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.	Comprobación	Certificados	Jefe de Obra
TRAMEX Y BARANDILLAS: Comprobación del revestido	UNE-EN ISO 2808:2020	50% de los elementos	- Tramex: conforme la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2023. - Barandilla: Espesor del revestido > 100 micras.	Comprobación	Informe	Jefe de Obra
SOLDADURAS: Comprobación	UNE-EN ISO 5817:2014. UNE-EN ISO 23277:2015	10% de las soldaduras	- Inspección visual: Nivel calidad B. - Líquidos penetrantes: Calidad B, nivel de aceptación 2C.	Ensayo "in situ"	Informe de laboratorio proporcionado por la fábrica	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 38 / COMPUERTAS :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
VÁLVULAS, VENTOSAS, CONTADORES, CAUDALÍMETROS Y COMPUERTAS: Especificaciones técnicas	UNE-EN 10204:2006	Una vez previamente al suministro.	- Documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT. - Certificado 3.1. de los materiales metálicos que las componen, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el PPT.	Comprobación	Documentación técnica del fabricante y certificados 3.1	Jefe de Obra
Válvulas, ventosas, contadores, caudalímetros y compuertas: Instalación	No se especifica	Todas las unidades	Cumplimiento de las especificaciones del fabricante indicadas en la documentación que acompaña a las unidades y en el marcado de las mismas. Instalación en el lugar correspondiente conforme los planos del proyecto. Funcionamiento correcto.	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos o registro fotográfico o estadillo o informe	Jefe de Obra
Válvulas, ventosas, contadores, caudalímetros y compuertas: número de unidades, características generales y aspecto externo	No se especifica	Todas las unidades	Cumplimiento de las especificaciones solicitadas.	Inspección visual	Estadillo o informe	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 39 / CONTADORES Y CAUDALÍMETROS :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Válvulas, ventosas, contadores, caudalímetros y compuertas: número de unidades, características generales y aspecto externo	No se especifica	Todas las unidades	Cumplimiento de las especificaciones solicitadas.	Inspección visual	Estadillo o informe	Jefe de Obra
Válvulas, ventosas, contadores, caudalímetros y compuertas: Instalación	No se especifica	Todas las unidades	Cumplimiento de las especificaciones del fabricante indicadas en la documentación que acompaña a las unidades y en el marcado de las mismas. Instalación en el lugar correspondiente conforme los planos del proyecto. Funcionamiento correcto.	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos o registro fotográfico o estadillo o informe	Jefe de Obra
Contadores y caudalímetros: Existencia de Certificado de Examen de Tipo, emitido por un Organismo de control metrológico	Orden ICT/155/2020	Un certificado por modelo de contador y fabricante	Certificado de Examen de Tipo vigente, emitido por Organismo de control metrológico, conforme al RD 244/2016, y Orden ICT/155/2020. Los valores declarados en el anexo técnico cumplen los requisitos indicados en el PPT.	Comprobación	Certificado de Examen de Tipo	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Contadores y caudalímetros: Marcado	Apartado 1.5.5 del Apéndice I del Anexo III de la Orden ICT 155/2020	Cada envío. Todas las unidades	<ul style="list-style-type: none"> - Diámetro nominal. - Ud.m3; Valor Q3; Ratio Q3/Q1, precedida letra R. - Nombre o marca del fabricante. - Año de fabricación, al menos los 2 últimos dígitos. - Nº de serie, lo más cerca posible al dispositivo indicador. - Sentido del flujo, mostrado en ambas caras del cuerpo o en una por medio de una flecha fácilmente visible bajo cualquier circunstancia. - Presión máxima admisible si ésta excede de 1 MPa. - Clase de pérdida de presión cuando ésta difiera de 63 kPa. - Letra V o H, con ratio Q3/Q1. - Marcado de conformidad. - Nivel de severidad del entorno climático y mecánico. - Información sobre las condiciones de instalación declaradas por el fabricante. <p>La información de los 2 últimos puntos puede no estar en el marcado y ser un documento anexo.</p>	Inspección visual	Resgistro de inspecciones y ensayos o estadillo o informe	Jefe de Obra
CONTADORES: Comprobaciones y ensayos	Orden ICT/155/2020	<ul style="list-style-type: none"> - Funcionamiento: 100%. - Verificación inicial: 100%. - Ensayos específicos: 10%. 	<ul style="list-style-type: none"> - Funcionamiento: correcto. - Verificación inicial: ensayo de estanqueidad y curva error-caudal conforme el PPT. - Ensayos específicos: ensayo de estanqueidad, curva error-caudal y emisor de pulsos conforme el PPT. 	Ensayo en banco de ensayos del fabricante	Informe	Jefe de Obra
VÁLVULAS, VENTOSAS, CONTADORES, CAUDALÍMETROS Y COMPUERTAS: Especificaciones técnicas	UNE-EN 10204:2006	Una vez previamente al suministro.	<ul style="list-style-type: none"> - Documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT. - Certificado 3.1. de los materiales metálicos que las componen, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el PPT. 	Comprobación	Documentación técnica del fabricante y certificados 3.1	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 40 / VÁLVULAS Y VENTOSAS :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
VÁLVULAS, VENTOSAS, CONTADORES, CAUDALÍMETROS Y COMPUERTAS: Especificaciones técnicas	UNE-EN 10204:2006	Una vez previamente al suministro.	- Documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT. - Certificado 3.1. de los materiales metálicos que las componen, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el PPT.	Comprobación	Documentación técnica del fabricante y certificados 3.1	Jefe de Obra
Válvulas, ventosas, contadores, caudalímetros y compuertas: Instalación	No se especifica	Todas las unidades	Cumplimiento de las especificaciones del fabricante indicadas en la documentación que acompaña a las unidades y en el marcado de las mismas. Instalación en el lugar correspondiente conforme los planos del proyecto. Funcionamiento correcto.	Inspección visual	Registro de inspecciones y ensayos o registro fotográfico o estadillo o informe	Jefe de Obra
Válvulas, ventosas, contadores, caudalímetros y compuertas: número de unidades, características generales y aspecto externo	No se especifica	Todas las unidades	Cumplimiento de las especificaciones solicitadas.	Inspección visual	Estadillo o informe	Jefe de Obra
Válvulas: Marcado	UNE-EN 1074-1 UNE-EN 1074-2 UNE-EN 1074-3 UNE-EN 1074-4 UNE-EN 1074-5 UNE-EN 1074-6	Cada envío. Todas las unidades	Las válvulas están marcadas conforme a lo indicado en el apartado 7 de la UNE-EN 1074-1: - DN - Identificación del/de los materiales de la carcasa; - PN; - Id fabricante; - Año de fabricación; Para válvula DN<DN 50: - PN; - Id fabricante - Parte aplicable de la norma	Inspección visual	Registro fotográfico	Jefe de Obra
VÁLVULAS DE MARIPOSA RANURADAS: Comprobación dimensional	No se especifica	25% de las válvulas de mariposa ranuradas	Cumplimiento de las especificaciones dimensionales indicadas en el PPT, incluso de los ranurados.	Comprobación "in situ"	Informe o estadillo	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
VÁLVULAS DE MARIPOSA EMBRIDADAS: Ensayos en fábrica	UNE-EN 1074 correspondiente	100% de las válvulas de mariposa embriadas	<p>* Cumplimiento de las especificaciones dimensionales y de espesor de revestido indicadas en el PPT, incluso de los ranurados.</p> <p>* Realización de los siguientes ensayos conforme la norma de referencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión. 1,5 veces la presión nominal durante 5 minutos. - Estanqueidad del asiento. Se realizará por ambas caras de la válvula. 1,1 veces la presión nominal durante 3 minutos. - Resistencia de la mariposa. En válvulas de $\varnothing \leq 600$ mm se podrá realizar con una membrana de caucho entre la mariposa y el agua a presión. Se realizará por ambas caras de la válvula. 1,5 veces la presión nominal o la presión nominal más 5 bar (el menor de los 2 valores), durante 5 minutos. Una vez finalizada se realizará de nuevo la prueba de estanqueidad. - Ensayo de funcionamiento correcto, junto con el desmultiplicador y el actuador correspondiente (si existen), comprobando que cuando la válvula está cerrada el desmultiplicador y/o el actuador indican "cerrada" y que cuando la válvula está abierta, el desmultiplicador y/o actuador indican "abierta". 	Comprobación en fábrica	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
VÁLVULAS DE RETENCIÓN: Comprobación dimensional	No se especifica	80% de las válvulas de retención	Cumplimiento de las especificaciones dimensionales y de espesor de revestido indicadas en el PPT, incluso de los ranurados.	Comprobación "in situ"	Informe o estadillo	Jefe de Obra
VÁLVULAS DE ALIVIO: Comprobación dimensional	No se especifica	80% de las válvulas de alivio	Cumplimiento de las especificaciones dimensionales y de espesor de revestido indicadas en el PPT, incluso las bridas.	Comprobación "in situ"	Informe o estadillo	Jefe de Obra
VÁLVULAS DE COMPUERTA: Comprobación dimensional	No se especifica	80% de las válvulas de compuerta	Cumplimiento de las especificaciones dimensionales y de espesor de revestido indicadas en el PPT, incluso las bridas y ranurados.	Comprobación "in situ"	Informe o estadillo	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
VÁLVULAS DE COMPUERTA: Ensayos en fábrica	UNE-EN 1074 correspondiente	100% de las válvulas de compuerta	Realización de los siguientes ensayos conforme la norma de referencia: - Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión. 1,5 veces la presión nominal. - Estanqueidad del asiento a 1,1 veces la presión nominal durante 3 minutos.	Comprobación en fábrica	Informe de laboratorio o documentación justificativa del fabricante	Jefe de Obra
VENTOSAS: Comprobación dimensional	No se especifica	80% de las ventosas	Cumplimiento de las especificaciones dimensionales y de espesor de revestido indicadas en el PPT, incluso las bridas.	Comprobación "in situ"	Informe o estadillo	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
VENTOSAS: Ensayos en fábrica	UNE-EN 1074 correspondiente	3 unidades de cada tipo de ventosa y purgador. Tipo ventosa: DN, PN y fabricante. Tipo purgador: orificio de purga y fabricante.	<p>Ensayo completo:</p> <p>- Prueba hidrostática:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Llenar la ventosa con agua para que se levante el flotador y cierre la ventosa, a la presión de la red. 2. Inspección del asiento buscando pérdidas. 3. Bajar la presión hasta el mínimo del rango, 0,5 bar. 4. Inspección del asiento buscando pérdidas. <p>Mantener la presión durante al menos 60 segundos para ventosas de diámetro nominal inferior o igual a 150 mm, y al menos 120 segundos para el resto de las ventosas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Subir la presión interna de la ventosa hasta 1,5 veces la presión máxima de trabajo. 6. Inspeccionar asiento, juntas y cuerpo buscando fugas de agua. 7. Bajar la presión a 1,1 veces la presión nominal. 8. Inspección del asiento buscando pérdidas. <p>Mantener la presión durante al menos 60 segundos para ventosas de diámetro nominal inferior o igual a 150 mm, y al menos 120 segundos para el resto de las ventosas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Vaciar la ventosa. <p>- Prueba neumática:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Llenar con agua y comprimir hasta la presión máxima de trabajo. 2. Permitir la entrada de aire comprimido y eliminar agua para mantener la presión. 3. Verificar que el orificio de purga abre y elimina el aire en presión. 4. Vaciar la ventosa a ventosa. 	Comprobación en fábrica	Informe de laboratorio	Jefe de Obra
VÁLVULAS HIDRÁULICAS: Comprobación dimensional	No se especifica	80% de las válvulas hidráulicas.	Cumplimiento de las especificaciones dimensionales y de espesor de revestido indicadas en el PPT, incluso de los ranurados.	Comprobación "in situ"	Informe o estadillo	Jefe de Obra

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
VÁLVULAS HIDRÁULICAS: Ensayos en fábrica	UNE-EN 1074 correspondiente	3 unidades de cada tipo de válvula. Tipo válvula: DN, PN, número de vías, tipo de solenoide y fabricante.	Ensayo completo: - Prueba de funcionamiento del limitador de presión. - Prueba de ajuste del limitador de presión. - Prueba de funcionamiento del limitador de caudal. - Prueba de ajuste del limitador de caudal. - Prueba de apertura y cierre a caudal mínimo. Cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación en fábrica	Informe de laboratorio	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 41 / TAPAS DE ARQUETA :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
SOLDADURAS: Documentación	UNE-EN ISO 9606-1:2017	Un vez por procedimiento de soldadura realizado y por soldador.	Certificado del procedimiento de soldadura y certificados de cualificación de los soldadores en vigor, emitidos por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.	Comprobación	Certificados	Jefe de Obra
SOLDADURAS: Comprobación	UNE-EN ISO 5817:2014. UNE-EN ISO 23277:2015	10% de las soldaduras	- Inspección visual: Nivel calidad B. - Líquidos penetrantes: Calidad B, nivel de aceptación 2C.	Ensayo "in situ"	Informe de laboratorio proporcionado por la fábrica	Jefe de Obra
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: comprobación	UNE-EN 10204:2006	Una vez previamente al suministro.	- Documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT. - Certificado 3.1. de los materiales metálicos que las componen, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el PPT.	Comprobación	Documentación técnica del fabricante y/o certificados 3.1	Jefe de Obra
TAPAS DE ARQUETA: Comprobación del revestido y dimensiones	UNE-EN ISO 2808:2020	- Espesor y dimensiones: 50% de las tapas. - Revestido: una vez por tipo de revestido y fabricante.	- Espesor del revestido interior y exterior: Cincado superior a 12 micras, pintado superior a 60 micras. - Revestido con 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 70°C. 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 235-240°C.	- Espesor y dimensiones: Comprobación en obra. - Revestido: Comprobación en fábrica	- Espesor y dimensiones: estadillo o informe. - Revestido: Informe	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 42 / ACOPLAMIENTOS :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: comprobación	UNE-EN 10204:2006	Una vez previamente al suministro.	<ul style="list-style-type: none"> - Documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT. - Certificado 3.1. de los materiales metálicos que las componen, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el PPT. 	Comprobación	Documentación técnica del fabricante y/o certificados 3.1	Jefe de Obra
ESPECIFICACIONES SOLICITADAS: Cumplimiento	No se especifica	Todas las unidades	Los elementos recibidos cumplen las especificaciones del pedido en cuanto a DN, PN, dimensiones, revestido, etc. (lo que sea de aplicación).	Comprobación "in situ"	Informe o Registro de Inspecciones y ensayos	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 43 / TELECONTROL :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
Cables, terminales, placas solares, turbinas, baterías, hardware, transmisores nivel, equipos radio: Características Técnicas.	No se especifica	Cada envío, todas las unidades	Etiqueta de identificación en todos los elementos cuyos datos deben coincidir con las especificaciones del PPT.	Inspección visual	Registro de Inspecciones y ensayos / Albarán	Encargado
Tendido de cables: Profundidad de la zanja cuando la zanja es independiente de la tubería.	No se especifica	Todas las zanjas, por tramos	Al menos a un metro de profundidad	Medición	Plano (si existe)	Encargado
Tendido de cables: Continuidad y aislamiento de los empalmes.	No se especifica	En cada empalme	Continuidad después de cada empalme y empalmes aislados	Prueba eléctrica in situ	Registro de inspecciones y ensayos	Encargado
Pruebas de funcionamiento: Comunicación entre remotas y central.	No se especifica	Todas las unidades	Alcance mayor que el definido por fabricante. Tiempo transcurrido entre la emisión y la recepción con éxito, entre central y una remota, inferior a al especific. Tiempo para ciclo completo con todas las remotas, inferior al especific.	Prueba in situ	Acta de la prueba	Jefe de Obra
Pruebas de funcionamiento: Funcionamiento del sistema de alimentación solar.	No se especifica	Una por cada tipo	- Tiempo de recarga inferior a 18 horas - Autonomía de al menos el especificado, con una frecuencia de transmisión normal - Que haya señal de aviso con baterías bajas y se interrumpa la transmisión	Prueba in situ	Acta de la prueba	Jefe de Obra
Pruebas de funcionamiento: Funcionamiento de la central de control.	No se especifica	Todas las unidades	- Verificación del rearme automático (si existe) - Verificación del sistema de alimentación ininterrumpido - Verificación de documentación y manuales - Impresión correcta de eventos y de informes (si existen)	Prueba in situ	Acta de la prueba	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 44 / UNIONES TIPO ARPOL :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: comprobación	UNE-EN 10204:2006	Una vez previamente al suministro.	<ul style="list-style-type: none"> - Documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT. - Certificado 3.1. de los materiales metálicos que las componen, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el PPT. 	Comprobación	Documentación técnica del fabricante y/o certificados 3.1	Jefe de Obra
ESPECIFICACIONES SOLICITADAS: Cumplimiento	No se especifica	Todas las unidades	Los elementos recibidos cumplen las especificaciones del pedido en cuanto a DN, PN, dimensiones, revestido, etc. (lo que sea de aplicación).	Comprobación "in situ"	Informe o Registro de Inspecciones y ensayos	Jefe de Obra

ACTIVIDAD 45 / MATERIALES DE PEQUEÑO IMPORTE (Manguitos peq., válvulas de esfera, purgadores de hidrante, candados, etc..) :

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o Limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección	Registro	Responsable
MATERIALES DE PEQUEÑO IMPORTE: Especificaciones técnicas	No se especifica	Una vez previamente al suministro.	Documentación técnica justificativa que garantice el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el PPT.	Comprobación	Documentación técnica del fabricante	Jefe de Obra

10. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES FACULTATIVAS

10.1. Obligaciones y derechos del contratista

10.1.1. 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.

10.1.2. Reclamación 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.

10.1.3. Despidos 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.

10.1.4. 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.

10.2. Trabajos, materiales y medios auxiliares

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.

10.2.1. 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.

10.2.2. 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.

10.2.3. 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.

10.2.4. 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.

10.2.5. Abonos 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. A modo de ejemplo se expone a continuación el abono de la unidad de obra “hormigón”.

Abono del hormigón:

Se entiende por metro cúbico (m³) de cualquier clase de hormigón, un metro cúbico (1 m³) de obra completamente terminada, de acuerdo con lo ordenado en este Pliego, cualquiera que sea la procedencia de los materiales que en dichas fábricas se empleen.

La cubicación para abonos de obras de fábrica se calculará según los Planos del Presente Proyecto.

En los precios de las distintas clases de hormigón están incluidos el cemento, el aditivo, en su caso, el vibrado, así como todas las operaciones de preparación, transporte, ejecución, curado y terminación. También quedan incluidos los encofrados necesarios.

10.2.6. 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.

10.2.7. 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.

10.3. Recepción y liquidación

10.3.1. 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 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.

10.3.2. 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.

10.3.3. 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 la obra no haya sido usada 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 la obra, 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 de la obra 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, en uso o no de la obra, está obligado el Contratista a revisar y reparar 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.

10.3.4.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.

10.3.5.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.

10.3.6.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.

10.4. 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.

11. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

11.1. Base fundamental

11.1.1. Base fundamental

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de Índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

11.1.2. Garantías de cumplimiento y fianzas

Garantías

El Director de Obra podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Fianzas

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

11.1.3. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

11.1.4. Devolución de la fianza

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

11.1.5. Gastos de carácter general a cargo del Contratista

Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo de las obras o sus comprobaciones y los replanteos parciales de las mismas, los de su construcción, desmontaje y retirada de toda clase de construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria o materiales, los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño e incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivo y carburantes; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras, los de construcción y conservación de caminos provisionales para desvíos del tráfico y servicio de las obras no comprendidas en el proyecto, desagües, señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras, los de retirada al fin de obra, de las instalaciones para suministro de agua, y energía eléctrica necesarias para las obras, así como la adquisición de dichas aguas y energía, los de demolición de las instalaciones provisionales, los de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

Igualmente serán de cuenta del Contratista los gastos originados por los ensayos de materiales de control de ejecución de las obras que disponga la Dirección de Obra.

En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que la 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.

11.1.6. Programación de las obras e instalaciones que ha de exigirse

El adjudicatario deberá someter a la aprobación de la Administración, antes del comienzo de las obras, un programa de trabajo con especificación exhaustiva de actividades, plazos parciales y fecha de terminación de las distintas unidades de obra compatibles con el plazo total de ejecución y presupuesto total de ejecución material y por administración o contrata detallado mensualmente. Este plan, una vez aprobado por la Administración, se incorporará al Pliego de Condiciones del Proyecto y adquirirá, por tanto, carácter contractual. En el caso de que la constructora solicite una ampliación del plazo de ejecución, debidamente justificada, dicha solicitud deberá ir acompañada de la nueva programación de trabajos, debidamente ajustada y atendiendo a los criterios indicados, para la aprobación de la Administración.

El adjudicatario presentará, asimismo, una relación completa de los servicios y maquinaria que se compromete a utilizar en cada una de las etapas del Plan. Los medios propuestos quedarán adscritos a la obra, sin que, en ningún caso el Contratista pueda retirarlos sin autorización de la Administración.

Asimismo, el adjudicatario deberá aumentar los medios auxiliares propuestos, no implicará exención alguna de responsabilidad para el Contratista, en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

El adjudicatario deberá constituir, a su costa, una Oficina de Obra, cuyo emplazamiento y características deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra, y en donde esta tendrá a su disposición la

documentación necesaria referente a las obras: Planos, Memoria, Pliego de Prescripciones Técnicas, Contratos Vigentes y Normativa de Aplicación.

11.1.7. Otras fábricas y trabajos

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 atenderá, 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.

11.1.8. Descripción general

El Contratista deberá ejecutar todo aquello que, sin separarse del espíritu general de proyecto aprobado y de las especificaciones de este Pliego de Prescripciones Técnicas, ordene la Dirección de Obra para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle taxativamente descrito y detallado en dicho Pliego.

Dada la gran variedad de materiales existentes en el mercado con calidad suficiente, y las novedades o 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.

11.1.9. Vigilancia de las obras

La Administración podrá nombrar un vigilante por lo menos, cuyas atribuciones será presenciar la ejecución de los trabajos y transmitir al Contratista las órdenes que la Dirección de Obra vea conveniente comunicarle y cuyo deber será dar parte diario a la Dirección de Obra con todos aquellos detalles que se pidan.

El Contratista no podrá oponerse ni dificultar la labor de vigilante, por el contrario se le facilitarán cuantos datos le pida referente a las obras. Serán de cuenta del Contratista los gastos de vigilancia, análisis, pruebas y ensayos, incluidos en el Proyecto.

11.2. Precios y revisiones

11.2.1. Precios contradictorios

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.

Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Director de Obra propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarse el Director de Obra y a concluir a satisfacción de éste.

11.2.2. Reclamaciones de aumento de precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en las indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión de contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Director de Obra o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

11.2.3. Revisión de precios

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante, y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también, previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando sí proceda, el acopio de materiales de obra. en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Director de Obra, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el Contratista desee percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc. adquiridos por el Contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Director de Obra, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc. concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

En el caso de que la obra tuviera derecho a revisión de precios, deberá aplicarse la fórmula polinómica nº 541 del Real Decreto 1.359/2011, estando condicionada la revisión al cumplimiento de los plazos parciales y total fijado para la realización de la obra.

FÓRMULA 541. Alto contenido en plásticos, siderurgia y energía. Tipologías más representativas: obras de modernización y transformación en regadíos y conducciones de derivados plásticos.

$$K_t = 0,05C_t/C_0 + 0,08E_t/E_0 + 0,15P_t/P_0 + 0,06R_t/R_0 + 0,14S_t/S_0 + 0,01T_t/T_0 + 0,51$$

Siendo:

K_t = teórico de revisión para el momento de ejecución t

C_0 = índice del coste del cemento en el momento de la licitación

C_t = del coste del cemento en el momento de la ejecución t

E_0 = del coste de la energía en la fecha de licitación

E_t = del coste de la energía en el momento de la ejecución t

P_0 = del coste de productos plásticos en la fecha de licitación

P_t = del coste de productos plásticos en el momento de la ejecución t

R_0 = del coste de áridos y rocas en la fecha de licitación

R_t = del coste de áridos y rocas en el momento de la ejecución t

S0 = del coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de licitación

St = del coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de ejecución t

T0 = del coste de los materiales electrónicos en la fecha de licitación

Tt = del coste de los materiales electrónicos en la fecha de ejecución t

11.2.4. Elementos comprendidos en el presupuesto

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte del material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio.

Por esta razón no se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

11.3. Valoración y abono de los trabajos

11.3.1. 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 descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta 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.

11.3.2. 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. En caso de no haber conformidad lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

11.3.3. 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.

11.3.4. Valoración de obra incompletas

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del 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.

11.3.5. Carácter provisional de las liquidaciones parciales

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden la propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, a cuyo efecto deberá presentar el Contratista los comprobantes que se exijan.

11.3.6. Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá, precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidos por el Director de Obra, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

11.3.7. Suspensión por retraso de pagos

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

11.3.8. 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 importe de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

11.3.9. 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.

11.4. Varios

11.4.1. Mejoras de obras

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Director de Obra ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

11.4.2. 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.

12. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

12.1. Jurisdicción

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Director de Obra de la Obra y, en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindeo y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Director de Obra.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la política Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación esté emplazada.

12.2. Accidentes de trabajo y daños a terceros

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran en las obras donde se efectúen los trabajos. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

12.3. Patrimonio cultural y arqueológico

El Contratista será responsable de todos los objetos o restos arqueológicos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras, debiendo dar inmediata cuenta de los hallazgos al Ingeniero Director y al Servicio Territorial de Cultura y Turismo de la Delegación Territorial de León o al técnico arqueólogo de la obra y colocarlos bajo custodia de un responsable. Especial cuidado se tendrá con las piezas que pudieran tener valor histórico o arqueológico.

Si durante la ejecución de las obras se documentasen niveles/estructuras arqueológicas (positivas o negativas), la zona donde se localicen los restos será paralizada, balizada y se notificará a las autoridades correspondientes (Ingeniero Director, Servicio Territorial de Cultura y Turismo de la Delegación Territorial de León o al arqueólogo de la obra).

12.4. Pagos arbitrarios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Director de Obra considere justo hacerlo.

12.5. Causas de rescisión de contrato

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacidad del Contratista.
2. La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

1. Las alteraciones del Contrato por las caudas siguientes:

a) La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales de mismo, a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos del 40 por 100, como mínimo, de algunas unidades del Proyecto modificadas.

b) La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o menos del 40 por 100, como mínimo de las unidades del Proyecto modificadas.

2. La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, por causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.

3. La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.

4. El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.

5. El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

6. La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.

7. El abandono de la obra sin causa justificada.

8. La mala fé en la ejecución de los trabajos.

En León, junio de 2023.

AUTOR: EL INGENIERO AGRÓNOMO

D. Teodoro Martínez García
Colegiado N° 642