

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

ÍNDICE

1	OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	1
1.1	OBJETO DEL PLIEGO.....	2
1.2	SITUACIÓN DE LAS OBRAS	2
1.3	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	2
1.4	DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS.....	3
1.5	DOCUMENTOS CONTRACTUALES	3
2	DISPOSICIONES TÉCNICAS DE CARÁCTER GENERAL	4
2.1	DISPOSICIONES VIGENTES.....	5
3	CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES	15
3.1	CONDICIONES GENERALES.....	16
3.1.1	<i>Materiales suministrados por el contratista</i>	<i>16</i>
3.1.2	<i>Transporte y acopio</i>	<i>17</i>
3.2	EXAMEN Y PRUEBA DE LOS MATERIALES	18
3.2.1	<i>Presentación previa de muestras</i>	<i>18</i>
3.2.2	<i>Ensayos</i>	<i>18</i>
3.2.3	<i>Materiales que no sean de recibo</i>	<i>18</i>
3.2.4	<i>Materiales no especificados en este pliego.....</i>	<i>19</i>
3.2.5	<i>Materiales y otros elementos que no reúnan las condiciones exigidas</i>	<i>20</i>
3.3	CONDICIONES TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES.....	20
3.3.1	<i>Agua</i>	<i>20</i>
3.3.2	<i>Cementos</i>	<i>21</i>
3.3.3	<i>Terraplenes, pedraplenes o rellenos</i>	<i>22</i>
3.3.4	<i>Material de relleno de zanjas de tuberías.....</i>	<i>26</i>
3.3.5	<i>Cunetas</i>	<i>26</i>
3.3.6	<i>Zahorra artificial</i>	<i>27</i>
3.3.7	<i>Riegos de imprimación</i>	<i>27</i>
3.3.8	<i>Riegos de adherencia.....</i>	<i>28</i>
3.3.9	<i>Mezclas bituminosas en caliente.....</i>	<i>29</i>
3.3.10	<i>Pavimentos de hormigón.....</i>	<i>30</i>
3.3.11	<i>Bordillos</i>	<i>30</i>
3.3.12	<i>Escollera</i>	<i>30</i>
3.3.13	<i>Componentes de hormigones y morteros</i>	<i>31</i>
3.3.13.1	<i>Áridos</i>	<i>31</i>
3.3.13.2	<i>Agua</i>	<i>36</i>
3.3.13.3	<i>Aditivos</i>	<i>36</i>
3.3.13.4	<i>Adiciones</i>	<i>38</i>

3.3.13.5	Cemento	39
3.3.13.6	Estructura	40
3.3.14	Hormigones	41
3.3.14.1	Calidad de los componentes	41
3.3.15	Morteros.....	41
3.3.15.1	Generalidades	41
3.3.15.2	Mortero para acabados impermeables.....	42
3.3.16	Resina epoxi-brea.....	42
3.3.17	Materiales para juntas	43
3.3.17.1	Condiciones generales.....	43
3.3.18	Acero en redondos para armaduras.....	44
3.3.18.1	Características y calidad de los materiales	45
3.3.18.2	Control de calidad.....	46
3.3.18.3	Identificación y marcado.....	47
3.3.18.4	Embalaje, manipulación y transporte	47
3.3.19	Mallas electrosoldadas	47
3.3.19.1	Características y calidad de los materiales	48
3.3.19.2	Control de calidad.....	48
3.3.19.3	Identificación y marcado.....	48
3.3.19.4	Embalaje, manipulación y transporte	49
3.3.20	Acero en pletinas, chapas y perfiles laminados	49
3.3.21	Tornillos, tuercas y arandelas.....	51
3.3.22	Estructuras metálicas	54
3.3.23	Albañilería.....	55
3.3.23.1	Arena	55
3.3.23.2	Cemento	56
3.3.23.3	Agua	56
3.3.23.4	Morteros	56
3.3.23.5	Cal apagada	57
3.3.23.6	Ladrillos	58
3.3.23.7	Piezas cerámicas	59
3.3.23.8	Bloques de hormigón	60
3.3.24	Estructuras construidas con elementos prefabricados de hormigón	61
3.3.25	Enfoscados	62
3.3.26	Carpintería metálica.....	62
3.3.26.1	Puertas de acero	62
3.3.26.2	Carpintería metálica en aluminio.....	63
3.3.27	Protección de ventanas	65
3.3.28	Cubiertas	65
3.3.29	Aspirador giratorio	66
3.3.30	Soldaduras de piezas metálicas.....	67
3.3.31	Galvanizados	69
3.3.32	Arquetas prefabricadas	71
3.3.33	Tapaderas de arquetas	73
3.3.34	Vallas de cerramiento.....	74
3.3.35	Tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD)	76
3.3.35.1	Normativa y generalidades.....	76

3.3.35.2	<i>Términos y definiciones</i>	77
3.3.35.3	<i>Características técnicas</i>	80
3.3.35.4	<i>Características físicas y mecánicas</i>	85
3.3.35.5	<i>Características químicas</i>	85
3.3.35.6	<i>Marcado</i>	86
3.3.35.7	<i>Accesorios</i>	87
3.3.35.8	<i>Marcado de los accesorios</i>	90
3.3.35.9	<i>Acopio</i>	91
3.3.35.10	<i>Transporte</i>	92
3.3.35.11	<i>Documentación a aportar antes de recibir en obra el pedido</i>	92
3.3.35.12	<i>Embalaje, manipulación y transporte</i>	92
3.3.35.13	<i>Características técnicas específicas</i>	93
3.3.35.14	<i>Plan de aseguramiento de la calidad</i>	93
3.3.36	<i>Tuberías de PVC orientado</i>	97
3.3.36.1	<i>Normativa y generalidades</i>	97
3.3.36.2	<i>Términos y definiciones</i>	97
3.3.36.3	<i>Características generales</i>	98
3.3.36.4	<i>Características geométricas</i>	100
3.3.36.5	<i>Características mecánicas</i>	101
3.3.36.6	<i>Características fisicoquímicas</i>	103
3.3.36.7	<i>Materiales</i>	104
3.3.36.8	<i>Sistemas de unión</i>	105
3.3.36.9	<i>Marcado</i>	108
3.3.36.10	<i>Marcado de accesorios de PVC-O</i>	108
3.3.36.11	<i>Accesorios para tuberías</i>	109
3.3.36.12	<i>Documentación a aportar antes de recibir en obra el pedido</i>	115
3.3.36.13	<i>Embalaje, manipulación y transporte</i>	115
3.3.36.14	<i>Características técnicas específica</i>	116
3.3.36.15	<i>Plan de aseguramiento de calidad</i>	117
3.3.37	<i>Tubería de acero</i>	121
3.3.37.1	<i>Normativa y generalidades</i>	121
3.3.37.2	<i>Términos y definiciones</i>	123
3.3.37.3	<i>Características técnicas generales y obligatorias</i>	123
3.3.37.4	<i>Características técnicas específicas y elegibles</i>	135
3.3.37.5	<i>Plan de aseguramiento de calidad</i>	135
3.3.38	<i>Caudalímetros electromagnéticos</i>	148
3.3.38.1	<i>Diseño</i>	148
3.3.38.2	<i>Sensor electromagnético</i>	149
3.3.38.3	<i>Convertidor electrónico con alimentación 230 VAC</i>	150
3.3.38.4	<i>Control de calidad</i>	151
3.3.39	<i>Caudalímetros de ultrasonidos</i>	152
3.3.40	<i>Válvulas de compuerta</i>	154
3.3.41	<i>Válvulas de mariposa</i>	157
3.3.41.1	<i>Accionamiento motorizado</i>	159
3.3.42	<i>Válvulas hidráulicas anticipadoras de onda</i>	161
3.3.43	<i>Válvulas hidráulicas con contador integrado</i>	165
3.3.44	<i>Válvulas de esfera</i>	166
3.3.45	<i>Válvulas de retención</i>	167
3.3.46	<i>Ventosas</i>	168
3.3.46.1	<i>Normativa y generalidades</i>	168
3.3.46.2	<i>Términos y definiciones</i>	169
3.3.46.3	<i>Elementos constitutivos y materiales</i>	171

3.3.46.4	Características técnicas	174
3.3.46.5	Plan de aseguramiento de la calidad	179
3.3.47	Filtros cazapiedras.....	186
3.3.47.1	Normativa y generalidades.....	186
3.3.47.2	Especificaciones generales del producto.....	187
3.3.47.3	Especificaciones específicas de la obra.....	188
3.3.47.4	Plan de aseguramiento de la calidad	189
3.3.48	Piezas especiales en calderería	190
3.3.48.1	Ejecución de soldaduras	197
3.3.48.2	Control de calidad.....	199
3.3.49	Carretes de desmontaje telescópicos	202
3.3.50	Collarines de toma.....	203
3.3.51	Uniones Gibault y uniones para reparación de tuberías	203
3.3.52	Prefabricados de hormigón	204
3.3.52.1	Normativa y generalidades.....	204
3.3.52.2	Calidad de los materiales	205
3.3.52.3	Control de calidad.....	205
3.3.52.4	Acopios.....	206
3.3.52.5	Transporte y manipulación	206
3.3.52.6	Marcado de los prefabricados	207
3.3.53	Instalaciones eléctricas en baja tensión	207
3.3.53.1	Canalizaciones eléctricas	207
3.3.53.2	Conductores	212
3.3.53.3	Cajas de empalme.....	214
3.3.53.4	Mecanismos y tomas de corriente.....	215
3.3.53.5	Aparamenta de mando y protección	215
3.3.53.6	Interruptores automáticos.....	217
3.3.53.7	Fusibles	218
3.3.53.8	Interruptores diferenciales	218
3.3.53.9	Seccionadores.....	220
3.3.53.10	Embarrado.....	220
3.3.53.11	Prensadoras y etiquetas.....	220
3.3.53.12	Receptores de alumbrado	221
3.3.53.13	Variadores de frecuencia	221
3.3.53.14	Puestas a tierra	222
3.3.53.15	Inspecciones y pruebas en fábrica.....	225
3.3.54	Instalaciones eléctricas en media tensión.....	226
3.3.54.1	Entronque a red distribución	226
3.3.54.2	Apoyos.....	227
3.3.54.3	Conductores aéreos	228
3.3.54.4	Herrajes, aparamenta y puesta a tierra.....	229
3.3.54.5	Protecciones avifauna	233
3.3.54.6	Centro de seccionamiento/entrega	233
3.3.54.7	Conversion aéreo-subterránea.....	240
3.3.54.8	Línea subterránea MT	241
3.3.54.9	Conductores aislados MT.....	242
3.3.54.10	Tubos de protección MT.....	242
3.3.55	Centro de transformación	242
3.3.55.1	Celdas modulares.....	244
3.3.55.2	Celda de protección con fusibles	246
3.3.55.3	Transformadores de potencia	247
3.3.56	Instalación fotovoltaica	248
3.3.56.1	Módulos fotovoltaicos.....	248

3.3.56.2	<i>Estructura soporte de los módulos fotovoltaicos</i>	249
3.3.56.3	<i>Inversores</i>	251
3.3.56.4	<i>Conductor solar CC</i>	252
3.3.57	<i>Sistema de monitorización y control del campo fotovoltaico</i>	253
3.3.57.1	<i>Router</i>	254
3.3.57.2	<i>Switches</i>	255
3.3.57.3	<i>Sensor de radiación</i>	255
3.3.57.4	<i>Sensor de temperatura</i>	256
3.3.57.5	<i>Sistema antivertido (Inyección 0)</i>	256
3.3.57.6	<i>Fibra optica</i>	258
3.3.58	<i>Sistema de videovigilancia</i>	259
3.3.58.1	<i>Subsistema de intrusion</i>	259
3.3.58.2	<i>Subsistema de circuito cerrado televisión (CCTV)</i>	259
3.3.58.3	<i>Subsistema de centralizacion</i>	262
3.3.59	<i>Sistema de telecontrol</i>	265
3.3.59.1	<i>Normativa y generalidades</i>	265
3.3.59.2	<i>Interoperabilidad</i>	265
3.3.59.3	<i>Características técnicas generales y obligatorias</i>	267
3.3.59.4	<i>Configuración del sistema</i>	275
3.3.59.5	<i>Sistema de comunicaciones</i>	278
3.3.59.6	<i>Centro de control</i>	280
3.3.59.7	<i>Cursos de formación</i>	317
3.3.59.8	<i>Documentación</i>	318
3.3.59.9	<i>Mantenimiento de la instalación</i>	319
3.3.59.10	<i>Características técnicas específicas</i>	322
3.3.59.11	<i>Tabla de intercambio universal</i>	323
3.3.59.12	<i>Unidades remotas en terminales de riego</i>	330
3.3.59.13	<i>Concentradoras</i>	336
3.3.59.14	<i>Fibra óptica</i>	338
3.3.59.15	<i>Plan de aseguramiento de la calidad</i>	339
3.3.59.16	<i>Control de calidad</i>	349
3.3.60	<i>Transmisores de presión</i>	349
3.3.61	<i>Autómatas para el control de la red de alta</i>	350
3.3.62	<i>Pantalla táctil en la red de alta</i>	350
3.3.63	<i>Equipos de bombeo</i>	351
3.3.63.1	<i>Recepción del suministro y almacenamiento</i>	362
3.3.63.2	<i>Ejecuciones generales</i>	363
3.3.63.3	<i>Ensayo y pruebas</i>	363
3.3.64	<i>Perforaciones horizontales</i>	363
3.3.65	<i>Materiales cuyas condiciones no están especificadas en este Pliego</i>	363
3.3.66	<i>Discordancia entre promotor y contrata con respecto a calidad de materiales</i> ..	364
4	EJECUCIÓN Y CONTROL DE OBRAS	365
4.1	CONDICIONES GENERALES.....	366
4.1.1	<i>Programa de trabajo</i>	366
4.1.2	<i>Equipos</i>	366
4.1.3	<i>Métodos constructivos</i>	367
4.2	REPLANTEO.....	367
4.3	MEDIDAS A TENER EN CONSIDERACION EN EL TRAZADO.....	368

4.4	DESBROCE Y REBAJE	369
4.5	EXCAVACIONES EN ZANJAS	370
4.6	EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS	371
4.7	EXCAVACIONES EN ÁREAS DE PRÉSTAMO	372
4.8	DISTANCIA DE TRANSPORTE	372
4.9	RELLENOS Y TERRAPLENES	373
4.9.1	<i>En zanjas y obras de fábrica</i>	373
4.9.1.1	<i>Rellenos</i>	373
4.9.1.2	<i>Terraplenes</i>	375
4.10	MATERIAL RELLENO EN LECHO DE TUBERÍAS	377
4.11	CONDICIONES GENERALES PARA LOS HORMIGONES	378
4.11.1	<i>Materiales</i>	378
4.11.2	<i>Tipos de hormigón</i>	378
4.12	DOSIFICACIÓN DE LOS HORMIGONES.....	379
4.13	FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN	381
4.14	TRANSPORTE Y SUMINISTRO DEL HORMIGÓN	384
4.15	PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN	386
4.16	TEMPERATURA DEL HORMIGONADO	389
4.17	CURADO DEL HORMIGÓN	391
4.18	TOLERANCIAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE HORMIGONES.....	393
4.19	CONTROL DEL HORMIGÓN.....	395
4.19.1	<i>Ensayos de docilidad del hormigón</i>	396
4.19.2	<i>Ensayos de resistencia del hormigón</i>	396
4.19.3	<i>Ensayos de penetración de agua en el hormigón</i>	398
4.20	JUNTAS DE HORMIGONADO.....	398
4.21	PINTURAS ANTICORROSIVAS Y GALVANIZADO	399
4.22	ENCOFRADOS Y MOLDES.....	400
4.23	DESENCOFRADO, DESMOLDADO Y DESCIMBRADO	402
4.24	PRODUCTOS DESENCOFRANTES.....	403
4.25	ARMADURAS	404
4.25.1	<i>Despiece</i>	404
4.25.2	<i>Enderezado</i>	404
4.25.3	<i>Corte</i>	404
4.25.4	<i>Doblado</i>	405
4.25.5	<i>Armado de la ferralla</i>	405
4.25.6	<i>Anclaje de la armadura</i>	406
4.25.7	<i>Empalme de armaduras</i>	406
4.26	ACABADOS DE SUPERFICIES.....	406
4.26.1	<i>Requisitos Generales</i>	407

4.26.2	<i>Acabado Normal</i>	407
4.26.3	<i>Acabados Especiales</i>	408
4.26.4	<i>Curado</i>	408
4.26.5	<i>Limpieza</i>	409
4.27	MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	409
4.27.1	<i>Arriostramientos</i>	409
4.27.2	<i>Aptitud de las uniones provisionales</i>	409
4.27.3	<i>Esfuerzo de montaje</i>	409
4.27.4	<i>Alineación</i>	409
4.27.5	<i>Mano de obra de soldadura</i>	410
4.27.6	<i>Organización de los trabajos</i>	410
4.27.7	<i>Manipulación del material</i>	410
4.27.8	<i>Empalmes</i>	411
4.27.9	<i>Tolerancias</i>	411
4.28	UNIONES ATORNILLADAS	412
4.29	UNIONES SOLDADAS	412
4.29.1	<i>Inspección de las soldaduras</i>	413
4.29.2	<i>Ejecución de uniones soldadas</i>	414
4.30	ALBAÑILERÍA	415
4.30.1	<i>Muros de ladrillo</i>	415
4.30.2	<i>Juntas</i>	417
4.30.3	<i>Bloque de hormigón</i>	418
4.30.4	<i>Protección</i>	419
4.31	FALSOS TECHOS	419
4.32	ENFOCADOS	420
4.32.1	<i>Condiciones previas</i>	420
4.32.2	<i>Ejecución</i>	420
4.33	CARPINTERÍA METÁLICA	423
4.33.1	<i>Puertas de acero</i>	423
4.33.2	<i>Puertas y ventanas de aluminio</i>	423
4.34	TUBERÍAS	423
4.34.1	<i>Generalidades</i>	423
4.34.1.1	<i>Colocación</i>	424
4.34.1.2	<i>Pruebas de presión de las tuberías una vez instaladas en obra</i>	424
4.35	PIEZAS ESPECIALES	429
4.36	VÁLVULAS Y VENTOSAS	430
4.37	APARATOS DE MEDIDA Y CONTROL	430
4.38	FILTROS	431
4.39	TELECONTROL	431

4.40	MONITORIZACIÓN.....	431
4.41	INSTALACIÓN ELECTRICA MT	432
4.41.1	<i>Excavación y hormigonado de las cimentaciones de los apoyos</i>	<i>432</i>
4.41.2	<i>Hormigón</i>	<i>433</i>
4.41.3	<i>Puesta en obra del hormigón.-</i>	<i>433</i>
4.41.4	<i>Transporte y acopio de apoyos</i>	<i>435</i>
4.41.5	<i>Armado e izado de apoyos.....</i>	<i>435</i>
4.41.6	<i>Puesta a tierra de apoyos.....</i>	<i>437</i>
4.41.7	<i>Instalacion de conductores desnudos</i>	<i>437</i>
4.41.8	<i>Tendido de conductores línea subteranea</i>	<i>438</i>
4.41.9	<i>Obra civil centro seccionamiento/transformacion.....</i>	<i>439</i>
4.41.10	<i>Montaje electromecanico centro seccionamiento/transformacion</i>	<i>440</i>
4.42	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	442
4.42.1	<i>Paneles fotovoltaicos.....</i>	<i>442</i>
4.42.2	<i>Estructura de soporte</i>	<i>443</i>
4.43	INSTALACION ELÉCTRICA BT	444
4.44	EQUIPOS DE BOMBEO.....	447
4.45	PERFORACIONES HORIZONTALES	450
4.46	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	451
4.47	UNIDADES NO INCLUIDAS EN EL PRESENTE PLIEGO.....	453
4.48	ARQUEOLOGÍA.....	453
5	MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	457
5.1	NORMAS GENERALES	458
5.2	DEMOLICIONES	459
5.3	DESBROCES	459
5.4	EXCAVACIONES.....	460
5.5	TERRAPLENES.....	461
5.6	TRANSPORTE ADICIONAL	462
5.7	RELLENOS	462
5.8	OBRAS DE COMPACTACIÓN	462
5.9	HORMIGONES	463
5.10	ENCOFRADOS	463
5.11	ARMADURAS	464
5.12	MALLAS ELECTROSOLDADAS.....	465
5.13	FÁBRICA DE LADRILLO O BLOQUE	465
5.14	FALSOS TECHOS	466
5.15	ENFOSCADOS	466
5.16	FORJADOS DE PLACAS ALVEOLARES.....	466

5.17	ANCLAJES, SOPORTES, CONTRARRESTOS DE HORMIGÓN Y METÁLICOS .	466
5.18	CARPINTERÍA METÁLICA	467
5.18.1	<i>Puerta de acero</i>	467
5.18.2	<i>Carpintería de aluminio</i>	467
5.19	CUBIERTAS	467
5.20	ASPIRADOR GIRATORIO	468
5.21	TUBERÍAS	468
5.22	ACCESORIOS DE TUBERÍAS	469
5.23	SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN	469
5.24	AGLOMERADOS	469
5.25	RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL FILTRANTE	469
5.26	BORDILLOS	470
5.27	PINTURA EN PAREDES Y TECHOS	470
5.28	APARATOS DE MEDIDA Y CONTROL	470
5.29	TELECONTROL	470
5.30	SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA	471
5.31	ESCOLLERAS	471
5.32	MONITORIZACIÓN	471
5.33	INSTALACIONES ELECTRICAS MT	472
5.34	INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	472
5.35	INSTALACIONES ELECTRICAS BT	472
5.36	EQUIPOS DE BOMBEO	472
5.37	PERFORACIONES HORIZONTALES	473
5.38	CONSTRUCCIONES VARIAS	473
5.39	EQUIPOS DE FILTRADO	473
5.40	IMPACTO AMBIENTAL	474
5.41	MEDIOS AUXILIARES	474
5.42	PARTIDAS ALZADAS DE ABONO ÍNTEGRO	474
5.43	OBRAS NO AUTORIZADAS Y OBRAS DEFECTUOSAS	475
5.44	ABONO DE OBRA INCOMPLETA	475
5.45	MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO	475
5.46	PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR, DE TRABAJOS POR ADMINISTRACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRECIOS CONTRADICTORIOS	476
5.47	MATERIALES SOBANTES	476
5.48	ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD	477
5.49	GASTOS DIVERSOS POR CUENTA DE LA CONTRATA	477
5.50	CONCEPTOS NO INCLUIDOS EN EL PRECIO DE LAS UNIDADES DE OBRA ...	478
6	DISPOSICIONES GENERALES	479

6.1	DISPOSICIONES GENERALES.....	480
6.2	SEGURIDAD PÚBLICA Y PROTECCIÓN DEL TRÁFICO.....	480
6.3	RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	480
6.4	SUBCONTRATOS	481
6.5	GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA.....	481
6.6	CONSERVACIÓN DEL PAISAJE	482
6.7	LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS.....	482
6.8	CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO	482
6.9	PLAN DE EJECUCIÓN	483
6.10	INICIACIÓN Y REPLANTEO DE LAS OBRAS	483
6.11	PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA.....	484
6.12	CANCELACIÓN DE GARANTÍAS.....	484
6.13	PRUEBAS DE RECEPCIÓN	484
6.14	VALIDEZ DE LOS ENSAYOS	484
6.15	FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.....	485
6.16	LIBRO DE ÓRDENES	485
6.17	ENSAYOS Y RECONOCIMIENTOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	485
6.18	PRUEBAS	486
6.19	INSTALACIONES AUXILIARES PROVISIONALES	486
6.20	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS REALIZADAS	486
6.21	RESTITUCIÓN DE SERVICIOS.....	487
6.22	RECEPCIÓN, MEDICIÓN Y VALORACIÓN GENERAL Y LIQUIDACIÓN FINAL... ..	487
6.23	OBLIGACIONES NO PREVISTAS EN ESTE PLIEGO	487
6.24	DAÑOS Y PERJUICIOS	488
6.25	OBLIGACIONES SOCIALES	488
6.26	PUBLICIDAD.....	488

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Especificaciones del agua de amasado	21
Tabla 2.	Tipos de cementos utilizables según tabla 28 del Código Estructural	22
Tabla 3.	Husos granulométricos	27
Tabla 4.	Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica C50BF4.....	28
Tabla 5.	Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica C60B2.....	29

Tabla 6. Valores para la escollera	31
Tabla 7. Requisitos físico-mecánicos	33
Tabla 8. Requisitos químicos.....	33
Tabla 9. Especificaciones a cumplir.....	36
Tabla 10. Granulometría de los áridos	40
Tabla 11. Tipos de acero soldable.....	46
Tabla 12. Características mecánicas mínimas de los aceros (UNE-EN 10025-2:2020).....	50
Tabla 13. Espesor máximo (mm) de chapas	51
Tabla 14. Resistencia a la corrosión de recubrimientos electrolíticos de cinc	53
Tabla 15. Porcentaje en peso por tamiz	55
Tabla 16. Dosificación de morteros	56
Tabla 17. Dimensiones y número de huecos de los ladrillos	60
Tabla 18. Características de la carpintería metálica de aluminio	64
Tabla 19. Espesor revestimiento según norma UNE EN 10346:2015	69
Tabla 20. Espesores mínimos admisibles del espesor del recubrimiento galvanizado según norma UNE EN ISO 1461:2010	69
Tabla 21. Características del material (I).....	81
Tabla 22. Calidad del polietileno.....	83
Tabla 23. Radios mínimo de curvatura a 20 °C.....	85
Tabla 24. Ensayos tuberías de polietileno.....	94
Tabla 25. Clasificación del material	100
Tabla 26. valores mínimos timbraje tubería PVC-O	102
Tabla 27. Características a cumplir del tubo	103

Tabla 28.	Marcado mínimo exigido en accesorios PVC-O	109
Tabla 29.	Juntas elastoméricas en función del tipo de accesorio	110
Tabla 30.	Radio mínimo de curvatura y cotas mínimas de montaje para codos.....	112
Tabla 31.	Radio mínimo de curvatura y cotas mínimas de montaje para reducciones.....	113
Tabla 32.	Cotas Z para embocaduras dobles.....	115
Tabla 33.	Resistencia a presión interna tuberías PVC-O.....	116
Tabla 34.	Valores de rigidez anular inicial mínimos tuberías PVC-O.....	117
Tabla 35.	Controles según plan general de ensayos tuberías PVC-O.....	121
Tabla 36.	Composición química del análisis de colada para los tipos de acero S235 a S500	127
Tabla 37.	Características mecánicas del acero S 275 JR	127
Tabla 38.	Diámetros y espesores nominales de los tubos de acero	129
Tabla 39.	Diámetros y espesores nominales de los tubos de acero	130
Tabla 40.	Características mecánicas del acero.....	145
Tabla 41.	Características contadores	166
Tabla 42.	Características válvulas de retención	168
Tabla 43.	Tamaño de ventosas en función al tipo de tubería.....	174
Tabla 44.	Superficies mínimas de paso.....	176
Tabla 45.	Capacidades mínimas de válvulas de aireación	176
Tabla 46.	Ensayos (UNE-EN 1074-1:2001 y UNE-EN 1074-4:2001.....	183
Tabla 47.	Ensayos realizados según otras normas.....	184
Tabla 48.	Verificaciones y ensayos en la recepción del material.....	184
Tabla 49.	Programa puntos inspección filtros.....	190
Tabla 50.	Dimensiones tubo y espesor	192

Tabla 51. Espesores mínimos	193
Tabla 52. Tabla 4 de la norma EN 10224.....	194
Tabla 53. Relación longitud de la pieza y diferencia de diámetro	195
Tabla 54. Control de calidad para piezas especiales y calderería	199
Tabla 55. Longitud y tolerancia de montaje.....	202
Tabla 56. Características de las canalizaciones.....	211
Tabla 57. Secciones conductores de tierra	224
Tabla 58. Secciones conductores de tierra	225
Tabla 59. Apoyos diseñados en entronque MT sectores A y B.....	227
Tabla 60. Apoyos diseñados en adecuación LAMT SC sector B	228
Tabla 61. Características conductor desnudo MT	228
Tabla 62. Aislamiento celdas MT sectores A y B	236
Tabla 63. Aislamiento celdas MT sectores A y B	244
Tabla 64. Características trafos potencia sector A y B.....	247
Tabla 65. Características técnicas de los paneles proyectados (Sector A y B)	249
Tabla 66. Características técnicas de la cámara domo.....	260
Tabla 67. Características técnicas cable UTP cat 6.....	262
Tabla 68. Características técnicas del videograbador.....	264
Tabla 69. Características puntos de control (Red alta)	276
Tabla 70. Características puntos de control (Red baja)	277
Tabla 71. Tabla de intercambio	325
Tabla 72. Códigos ACK	327
Tabla 73. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba de 390 l/s a 63 mca.....	353

Tabla 74. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba de 210 l/s a 25 mca	355
Tabla 75. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba de 300 l/s a 62 mca	358
Tabla 76. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba de 90 l/s a 62 mca	361
Tabla 77. Características motor bombas	361
Tabla 78. Características de la bomba	362
Tabla 79. Granulometría aconsejable	377
Tabla 80. Tipos de hormigón	379
Tabla 81. Consistencia del hormigón	383
Tabla 82. Ensayos hormigón	383
Tabla 83. Condiciones especiales	390
Tabla 84. Niveles de calidad de las soldaduras para las diferentes clases de ejecución	414
Tabla 85. Tabla 2.1. del CTE-DB-SE-F	417
Tabla 86. Valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (E)	428

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ejemplos de codos PVC-O	112
Ilustración 2. Ejemplos de reducciones PVC-O	113
Ilustración 3. Embocaduras dobles típicas PVC-O	114
Ilustración 4. Curvas características de bomba de 390 l/s a 63 mca	352
Ilustración 5. Curvas características de bomba de 390 l/s a 63 mca a distintas revoluciones	353
Ilustración 6. Curvas características de bomba de 135 l/s a 63 mca	354
Ilustración 7. Curvas características de bomba de 135 l/s a 63 mca a distintas revoluciones	355
Ilustración 8. Curvas características de bomba de 300 l/s a 62 mca	357

Ilustración 9.. Curvas características de bomba de 300 l/s a 62 mca a distintas revoluciones	358
Ilustración 10.. Curvas características de bomba de 90 l/s a 62 mca.....	359
Ilustración 11.. Curvas características de bomba de 90 l/s a 62 mca a distintas revoluciones	360
Ilustración 12. Tolerancias para la consistencia del hormigón.....	396
Ilustración 13. Tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia y número de amasadas a ensayar por lote (N).....	397
Ilustración 14. Diámetro mínimo de los mandriles	405
Ilustración 15. Modelo de cartel provisional 2,10 m x 1,5 m.	489
Ilustración 16. Modelo de placa permanente 0,42 m x 0,42 m.	490

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. Configuración final de la instalación.....	279
--	-----

1 OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

1.1 OBJETO DEL PLIEGO

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establece el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones, que, junto a lo indicado en el Cuadro de Precios y los Planos del Proyecto, definen los requisitos técnicos a cumplir en la ejecución de las obras que son objeto del Proyecto de Modernización integral de la zona de riego por gravedad de la Comunidad de Regantes de Mérida – Canal de Lobón (Badajoz).

Será de aplicación en estas obras cuanto se prescribe en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

1.2 SITUACIÓN DE LAS OBRAS

Las obras están situadas en la provincia de Badajoz, en los términos municipales de Mérida, Arroyo de San Serván, Lobón y Montijo.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La solución diseñada para las obras del proyecto de “Modernización integral de la zona de riego por gravedad de la Comunidad de Regantes de Mérida- Canal de Lobón (Badajoz)” se compone de las siguientes actuaciones:

1. Obra de toma y estación de bombeo del Sector A.
2. Obra de toma y estación de bombeo del Sector B.
3. Infraestructura eléctrica para el Sector A incluyendo campo fotovoltaico de 858 kWp.
4. Infraestructura eléctrica para el Sector B incluyendo campo fotovoltaico de 702 kWp.
5. Red de riego primaria y secundaria del Sector A
6. Red de riego primaria y secundaria del Sector B
7. Hidrantes-contador en cada parcela
8. Automatización y telecontrol de las instalaciones

1.4 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

Documento N°1.- Memoria y Anejos

Documento N° 2.- Planos

Documento N° 3.- Pliego de Prescripciones Técnicas

Documento N° 4.- Presupuesto

Documento N° 5.- Estudio de seguridad y salud

1.5 DOCUMENTOS CONTRACTUALES

Se entiende por documentos contractuales aquellos que quedan incorporados al Contrato y son de obligado cumplimiento, salvo modificaciones debidamente autorizadas. Estos documentos en caso de licitación bajo presupuesto son: Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, Cuadro de Precios n° 1 (Precios en cifra y en letra), Cuadro de Precios n° 2 (Precios Descompuestos) y Presupuesto General.

Si las licitaciones fuera bajo precios unitarios se fijarían en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares los documentos que tendrían carácter de contractuales.

El resto de los Documentos o datos del Proyecto son documentos informativos y están constituidos por la Memoria con todos sus Anejos, las Mediciones y los Presupuestos Parciales.

En caso de contradicción e incompatibilidad entre los planos y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, prevalecerá lo escrito en este último documento.

2 DISPOSICIONES TÉCNICAS DE CARÁCTER GENERAL

2.1 DISPOSICIONES VIGENTES

Sin perjuicio de las condiciones que señala el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Económicas, que en su día se dicten, serán de aplicación los Reglamentos, Normas, Pliegos, Instrucciones y Leyes siguientes:

- 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. Revisión vigente desde 5 de mayo de 2018.
- Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre. Revisión vigente desde 7 de diciembre de 2019
- 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 9 de mayo de 2023.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3), con sus actualizaciones vigentes posteriores al Plan aprobado por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976 (PG-3/75).
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminares, I, IV, V, VI, VII y VIII del texto

refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio

- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- Real Decreto 264/2021, de 13 de abril, por el que se aprueban las normas técnicas de seguridad para las presas y sus embalses.
- Orden de 28 de Julio de 1974 por la que se aprueba el "Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua" y se crea una "Comisión Permanente de Tuberías de Abastecimiento de Agua y de Saneamiento de Poblaciones".
- Orden de 15 de septiembre de 1986, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones (BOE nº228/86 de 23 de septiembre de 1986).
- Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado, septiembre 2007.
- Normas UNE de cumplimiento obligatorio.
- Normas particulares de la Compañía Eléctrica suministradora.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Modificado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, la Orden VIV/984/2009, de 15 de abril y el Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio por el que se aprueba 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.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctrica de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. Revisión vigente desde 18 de marzo de 2023.
- Pliego de Condiciones Técnicas del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA)
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura (D.O.E. número 81, de 29 de abril de 2015).
- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Directiva (UE) 2018/850 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos.
- Directiva 2004/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases.

- Directiva (UE) 2015/720 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2015, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE en lo que se refiere a la reducción del consumo de bolsas de plástico ligeras.
- Directiva (UE) 2018/852 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases.
- Directiva 96/59/CE del Consejo de 16 de septiembre de 1996 relativa a la eliminación de los policlorobifenilos y de los policloroterfenilos (PCB/PCT).
- Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista 17 de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Reglamento (UE) n ° 660/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, por el que se modifica el Reglamento (CE) n ° 1013/2006 relativo a los traslados de residuos.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- Resolución de 14 de junio de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros, de 1 de junio de 2001, por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.

- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan.
- Real Decreto 228/2006, de 24 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, y por el que se modifica el Reglamento para su desarrollo y ejecución, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril.
- Real Decreto 27/2021, de 19 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos, y el Real decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Real Decreto 952/1997 de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la Ejecución de la Ley 20/1986 (DEROGADA POR Ley 10/1998), de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- Decreto Legislativo 1/2009, de 21 de julio, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley reguladora de los residuos.
- Real Decreto 1304/2009, del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, de 31 de julio de 2009, por el que se modifica el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante el depósito en vertedero.

- Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.
- Extremadura 2030. Estrategia de economía verde y circular
- Ley 6/2019, de 20 de febrero, del Estatuto de las personas consumidoras de Extremadura.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Modificada por:

- Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Desarrollada por:

- Real Decreto 1879/1996, de 2 de agosto, por el que se regula la composición de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

Desarrollada por:

- R.D. 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- 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 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Modificado por:

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto

39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.

Modificado por:

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.

Desarrollado por:

- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- 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.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud

relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Modificado por:

- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- 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.
- 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 496/1987, de 18 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 23/1982, reguladora del Patrimonio Nacional.
- Real Decreto 1680/1991, de 15 de noviembre, por el que se desarrolla la disposición adicional novena de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español, sobre garantía del Estado para obras de interés cultural.
- 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 2/1999, de 29 marzo. Ley del Patrimonio Histórico y Cultural de Extremadura.
- Ley 3/2011, de 17 de febrero de 2011, de modificación parcial de la Ley 2/1999.
- Ley 5/2022 de 25 de noviembre de 2022, de modificación parcial de la Ley 2/1999.
- Decreto 93/1997, de 1 de julio, por el que se regula la actividad arqueológica en la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Decreto 49/2000, de 8 de marzo, por el que se establece el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

- Decreto 49/2000, de 8 de marzo, por el que se establece el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Decreto 65/2022, de 8 de junio, que regula las ocupaciones temporales, las autorizaciones para el acondicionamiento, mantenimiento y mejora, y el tránsito de ciclomotores y vehículos a motor, de carácter no agrícola, en las Vías Pecuarias.

De todas las normas tendrá valor preferente en cada caso, la más restrictiva.

Todas las disposiciones anteriores se complementarán, si ha lugar, con las especificadas en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Y en general cuantas prescripciones figuren en Normas, Reglamentos, Pliegos e Instrucciones Oficiales que reglamenten la ejecución de las obras comprendidas en el presente proyecto.

3 CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

3.1 CONDICIONES GENERALES

En este capítulo se describen las propiedades y características que deben tener los materiales que tendrán que ser utilizados en la obra. En el caso de que algún material o característica no hubiesen estado suficientemente definidos, tendrá que suponerse que es el de mejor calidad que existe en el mercado dentro de su clase, y que tendrá que cumplir la normativa técnica vigente.

3.1.1 Materiales suministrados por el contratista

Los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el contratista. Todos los materiales, piezas, equipos y productos industriales en general que hayan de emplearse en la ejecución de las obras, deberá reunir y ajustarse a las calidades y condiciones técnicas que se establecen en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas y en los cuadros de precios, debiendo ser aprobados por el Director de Obra. En consecuencia, el Contratista no podrá introducir modificación alguna respecto a los referidos materiales, piezas y equipos sin previa y expresa autorización del Director de Obra.

Los materiales procederán, exclusivamente, de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista y aprobadas previamente por el Director de obra. El Contratista notificará con suficiente antelación, al Director de Obra, la propuesta de procedencia de los materiales, aportando las muestras y datos necesarios para determinar la posibilidad de su aceptación y aprobación por la Dirección de Obra. El Director de Obra notificará con suficiente anticipación la información necesaria a presentar por el Contratista previa a la posible aceptación del material. Entre esta información se encontrará identificación del material, proveedor del material indicando modelo, características técnicas del material, grado de cumplimiento con el cuadro de precios y el Pliego de Prescripciones Técnicas y fecha de la propuesta.

La procedencia de los materiales no liberará en ningún caso al Contratista de la obligación de que estos cumplan las condiciones que se especifican en este Pliego y en el cuadro de precios Nº 1, condiciones que habrá de comprobarse siempre mediante los ensayos correspondientes.

Asimismo, la aceptación de una procedencia, no anula el derecho del Director de Obras a rechazar aquellos materiales que, a su juicio, no respondan a las condiciones del Pliego, aún en el caso de que tales materiales estuvieran ya puestos en obra.

La responsabilidad de cualquier deficiencia que puedan presentar los materiales o equipos suministrados por el Contratista será exclusivamente de éste.

Todo material, a su entrada en obra, deberá ir acompañado de la documentación que exija la Instrucción de recepción correspondiente en vigor. En casos especiales, se definirá la calidad mediante la especificación de determinadas marcas comerciales y tipos de material a emplear.

Cuando se pretenda emplear por el Contratista materiales o equipos similares a los especificados en el presupuesto de este Proyecto u ofrecidos en su Oferta, será condición necesaria contar con la autorización expresa del Ingeniero Director de la Obra, para lo cual el Contratista deberá proporcionar toda la documentación técnica pertinente.

El Ingeniero Director de la Obra podrá rechazar materiales o equipos suministrados por el Contratista en los que no se haya cumplido el requisito anterior, sin necesidad de otra justificación o motivo.

El Contratista vendrá obligado a eliminar, a su costa, los materiales que aparezcan durante los trabajos de explotación de las canteras, graveras o depósitos, previamente autorizados por el Ingeniero Director de las obras, cuya calidad sea inferior a lo exigido en cada caso.

Si el Pliego de Prescripciones Técnicas particulares no exigiera una determinada procedencia, el contratista notificará al Director de las obras con suficiente antelación la procedencia de los materiales, piezas o equipos que se proponga utilizar, a fin de que por el Director de las obras puedan ordenarse los ensayos necesarios para acreditar su idoneidad. La aceptación de las procedencias propuestas será requisito indispensable para el acopio de los materiales, piezas y equipos, sin perjuicio de la ulterior comprobación, en cualquier momento, de la permanencia de dicha idoneidad.

3.1.2 Transporte y acopio

Los transportes de los materiales hasta los lugares de acopio o de empleo se efectuarán en vehículos mecánicos adecuados para cada clase de material que, además de cumplir todas las disposiciones legales referentes al transporte estarán provistos de los elementos que se precisen para evitar cualquier alteración perjudicial del material transportado y su posible vertido sobre las rutas empleadas.

Las zonas que proponga el Contratista para el acopio de estos materiales deberán ser de pendiente suave, habiéndose explanado las irregularidades que presenten hasta obtener una superficie razonablemente llana.

Antes de proceder a depositar los acopios, deberán eliminarse de la zona todos los elementos, que, por su naturaleza, pudieran contaminar los materiales que se vayan a depositar.

Todas las zonas de acopio deberán ser aprobadas por el Ingeniero Director, antes de su utilización.

Los materiales se almacenarán de modo que se asegure la conservación de sus características y aptitudes para su empleo en obra y de forma que se facilite su inspección. El Ingeniero Director podrá ordenar, si lo considera necesario, el uso de plataformas adecuadas, cobertizos o edificios provisionales para la protección de aquellos materiales que lo requieran.

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, sin que previamente se hayan presentado por el Contratista las muestras adecuadas para que puedan ser examinadas y aceptadas, previa realización, en su caso, de las pruebas y ensayos en los términos y formas prescritos en este Pliego, o que, en su defecto, pueda decidir la Dirección de Obra.

3.2.2 Ensayos

En todos los casos en que el Ingeniero Director de la Obra lo juzgue necesario, se verificarán pruebas o ensayos de los materiales, previamente a la aprobación a que se refiere el apartado anterior. Una vez fijada la procedencia de los materiales, su calidad se comprobará mediante ensayos cuyo tipo y frecuencia se especifican en los artículos correspondientes y podrán variarse por el Ingeniero Director, si lo juzga necesario. Este, en su caso, designará también el Laboratorio en que se realicen los ensayos.

Se utilizarán para los ensayos las normas que se fijan en los siguientes Artículos de este capítulo.

En el caso de que el Contratista no estuviera conforme con el resultado de alguno de los ensayos realizados, se someterá la cuestión a laboratorio de ensayos de materiales acreditado pactado previamente, cuyo dictamen será de aceptación obligada para ambas partes.

3.2.3 Materiales que no sean de recibo

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no satisfagan las condiciones impuestas a cada uno de ellos en los Pliegos de Prescripciones Técnicas del Concurso y del Proyecto o que sean inadecuados para el buen resultado de los trabajos.

El Contratista se atenderá en todo caso, a lo que por escrito ordene la Dirección Facultativa quien podrá señalar al Contratista, un plazo breve para que retire de los terrenos de la obra los materiales desechados.

Si algunos materiales ya colocados en obra o semielaborados no cumplen las especificaciones, el Director de Obra lo notificará al Contratista para que proceda a retirar o demoler, a su cargo, caso de ser necesario, las unidades de obra o a ser penalizado por su defecto.

Si algún material acopiado no cumple con las especificaciones, el Director de Obra lo notificará al Contratista, concediéndole a este un plazo breve para su retirada. Si no se cumple este plazo el Director de obra podrá encargar la retirada a un tercero cargando el gasto al Contratista deduciéndolo en próximas certificaciones.

3.2.4 Materiales no especificados en este pliego

Los materiales que hayan de emplearse en obra y cuyas condiciones no estén especificadas en este Pliego, cumplirán las prescripciones de los Pliegos, Instrucciones o Normas aprobadas con carácter oficial, en los casos en que los mencionados documentos sean aplicables o deberán cumplir aquellas que el uso ha incorporado a las buenas normas de construcción. Será también de aplicación las Normas e Instrucciones que determine el Ingeniero Director de la Dirección de las obras.

En el supuesto de no existencia de Especificaciones Técnicas de aplicación en el presente Pliego a materiales, piezas o equipos, que deban utilizarse en el desarrollo de los trabajos, el Contratista deberá someter al Ingeniero Director de la Obra, para su aprobación, con carácter previo a su montaje, las especificaciones técnicas por él propuestas o utilizadas. Dicha aprobación no exime al Contratista de su responsabilidad. Para tales materiales, equipos y productos, el Contratista queda obligado a presentar al Ingeniero Director de la Obra los correspondientes certificados de homologación. En su defecto, el Contratista queda asimismo obligado a presentar cuanta documentación sea precisa y a realizar, por su cuenta y cargo, los ensayos y pruebas en Laboratorios o Centros de Investigación oficiales necesarios para proceder a dicha homologación.

Siempre que el contratista en su oferta se viera obligado a suministrar determinadas piezas, equipos o productos industriales, de marcas y/o modelos concretos se entenderá que las mismas satisfacen las calidades y exigencias técnicas a las que hacen referencia los apartados anteriores.

En todo caso, deberá someterse a la aprobación del Ingeniero Director, que podrá admitirlos o rechazarlos, según reúnan o no las condiciones que a su juicio sean exigibles para los mismos, sin que el adjudicatario de las obras tenga derecho a reclamación alguna.

3.2.5 Materiales y otros elementos que no reúnan las condiciones exigidas

No se procederá al empleo y colocación de los materiales sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Prescripciones Técnicas y el Cuadro de Precios N°1, 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 Prescripciones, vigente en la obra.

En el caso de que los resultados de los ensayos y pruebas derivados del control de calidad sean desfavorables, el Ingeniero Director de la Obra podrá elegir entre rechazar la totalidad de la partida controlada dando 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 o sean idóneos para el uso proyectado; o ejecutar un control más detallado del material, piezas o equipo, en examen.

A la vista de los resultados de los nuevos ensayos, el Ingeniero Director de la Obra decidirá sobre la aceptación total a parcial del material, piezas o equipos o su rechazo.

Todo material, piezas o equipo que haya sido rechazado será retirado de la Obra inmediatamente, salvo autorización expresa del Ingeniero Director de la misma.

3.3 CONDICIONES TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES

Lo comprendido en este apartado del Pliego afecta al suministro de toda la mano de obra, instalación de equipos, accesorios y materiales, así como a la ejecución de todas las operaciones relacionadas con el diseño, fabricación y montaje de las unidades de obra comprendidas en el Proyecto, sujetas a los términos y condiciones del Contrato.

3.3.1 Agua

El agua que se haya de utilizar en la elaboración de morteros y hormigones, así como en los lavados de arenas, gravas y fábricas, deberá cumplir las condiciones impuestas en el Artículo 29 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

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.

Tabla 1. Especificaciones del agua de amasado

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).

3.3.2 Cementos

El cemento deberá cumplir las condiciones exigidas en el vigente Pliego de Condiciones para la Recepción de cementos RC-16, aprobado por el Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, así como en el Artículo 28 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. Además, el cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a éste se le exigen en el artículo 33 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En el ámbito de aplicación del Código Estructural podrán utilizarse aquellos cementos que cumplan con las siguientes condiciones:

- Ser conformes con la reglamentación específica vigente.
- Cumplir las limitaciones de uso establecidas en la tabla 28 del Código Estructural.
- Pertener a la clase resistente 32,5 o superior.

Tabla 2. Tipos de cementos utilizables según tabla 28 del Código Estructural

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).

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, pues se perdería la trazabilidad y las garantías del producto.

Se exigirá al contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuoso serán retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días. Los métodos de ensayo serán los detallados en la RC-16. Se realizarán en laboratorios homologados.

3.3.3 Terraplenes, pedraplenes o rellenos

- Los terraplenes estarán formados 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.

- Cimiento: 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 cimiento del terraplén sólo podrán emplearse suelos clasificados como “seleccionados”, “adecuados” o “tolerables”, conforme lo especificado a continuación.

-Los materiales para rellenos localizados cumplirán las condiciones que para "suelos adecuados" establece el artículo 332 del PG-3.

-Los materiales a emplear en terraplenes serán suelos o materiales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra si cumplen las condiciones que más adelante se detallan, o de los préstamos que se autoricen por el Ingeniero Director de las Obras.

Atendiendo a su posterior utilización en terraplenes los suelos excavados se clasificarán según el PG-3 en los tipos siguientes:

Suelos seleccionados.

Se considerarán como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ($MO < 0,2\%$), según UNE 103204:2019, Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.
- 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 ($D_{m\acute{a}x} < 100 \text{ mm}$)
- 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:
 - Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ($\# 0,40 < 75\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ($\# 0,080 < 25\%$).

- Límite líquido menor de treinta ($LL < 30$), según UNE-EN ISO 17892-12:2022, investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 12: Determinación del límite líquido y del límite plástico.
- Índice de plasticidad menor de diez ($IP < 10$), según UNE-EN ISO 17892-12:2022, investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 12: Determinación del límite líquido y del límite plástico.

Suelos adecuados

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados cumplan las condiciones siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al uno por ciento ($MO < 1\%$).
- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$).
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{m\acute{a}x} < 100 \text{ mm}$).
- 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 ($LL < 40$).
- Si el límite líquido es superior a treinta ($LL > 30$) el índice de plasticidad será superior a cuatro ($IP > 4$).

Suelos tolerables

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como seleccionados ni adecuados, cumplen las condiciones siguientes:

No contendrán más de un 25 por 100 en peso de elementos cuyo tamaño exceda de 15 cm. Su capacidad portante cumplirá la siguiente condición: $CBR > 3$.

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento ($MO < 2\%$).
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento ($Yeso < 5\%$), según NLT 115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento ($SS < 1\%$).

- Límite líquido inferior a sesenta y cinco ($LL < 65$).
- 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.
- Hinchamiento en ensayo de expansión inferior al tres por ciento (3%), según UNE 103601:1996, Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro.

La mínima densidad, obtenida en el ensayo de Próctor normal de compactación, será superior a $1,450 \text{ kg/dm}^3$.

Suelos inadecuados

Se clasificarán así los que no cumplan alguna de las condiciones exigidas a los suelos tolerables.

➤ Empleo

El grado de compactación de los materiales será de al menos el 96 % del PM, indicándose expresamente para cada unidad de obra.

Para determinar la calidad de los materiales, se realizarán los siguientes ensayos por cada 1.500 m^3 , o fracción de tierras a emplear:

- Un ensayo Próctor normal.
- Un ensayo granulométrico.
- Un ensayo de límites de Attenberg.
- Un ensayo CBR.
- Un ensayo de MO.
- Un ensayo de sales solubles.

Todos ellos, según las Normas NLT.

3.3.4 Material de relleno de zanjas de tuberías

Los rellenos de zanjas consisten en las operaciones necesarias para el tendido y compactación de los materiales procedentes de las excavaciones o préstamos siempre y cuando no sean considerados como terraplenes y rellenos.

Los áridos a emplear serán productos obtenidos por la clasificación de arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas suficientemente trituradas, mezclas de ambos materiales u otros productos que, por su naturaleza, resistencia y tamaño cumplan las condiciones exigidas.

La cama de las tuberías será de árido fino de al menos 5-10 cm de espesor.

El material empleado para formar el relleno de la tubería (envolvente) será material granular de tamaño seleccionado comprendido entre 6 y 20 mm, con contenido en finos inferior al 2% en peso. También se puede usar arena. El reparto será mecánico y el extendido manual, incluso el rasanteo para el correcto recubrimiento y arriñonado de la tubería.

Cuando se emplee el material sobrante de las excavaciones para el tapado de las zanjas, siempre se realizará librando a dicho material de los tamaños muy gruesos y se compactará al 85 % del PN.

En el caso de que el árido de cada una de las zonas de extracción, posea marcado CE conforme al Reglamento UE 305/2011 de productos de construcción, no será necesario controlar el árido, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario la empresa ejecutora realizará, en laboratorio debidamente acreditado por cada 400 m³, sobre una muestra representativa del árido suministrado, un control granulométrico de acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 17892-4:2019 Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 4: Determinación de la distribución granulométrica. (ISO 17892-4:2016), de modo que garantice el cumplimiento del presente Pliego de Prescripciones Técnicas.

En función del diámetro de las tuberías empleadas en el proyecto, se definen diferentes zanjas tipo cuyas dimensiones están especificadas en los planos.

3.3.5 Cunetas

El hormigón para cunetas ejecutadas en obra cumplirá las condiciones establecidas a los hormigones en este PCTP.

El hormigón para cunetas prefabricadas cumplirá las mismas condiciones, siendo admisible un aditivo para aceleración del fraguado.

3.3.6 Zahorra artificial

Los materiales de la zahorra artificial cumplirán las condiciones establecidas en el artículo 510 del PG-3 y su curva granulométrica estará comprendida en los husos reseñados como ZA0/32 de dicho artículo.

Tabla 3. Husos granulométricos

TIPO DE ZAHORRA (*)	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)									
	40	32	20	12,5	8	4	2	0,500	0,250	0,063
ZA 0/32	100	88-100	65-90	52-76	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9
ZA 0/20		100	75-100	60-86	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9
ZAD 0/20 (**)		100	65-100	47-78	30-58	14-37	0-15	0-6	0-4	0-2

Se realizarán como mínimo los siguientes ensayos: Determinación del índice CBR según norma NLT-111 cada 500 m³, y determinación de densidad "in situ" según norma UNE 103900:2013 Determinación in situ de la densidad y de la humedad de suelos y materiales granulares por métodos nucleares: pequeñas profundidades, cada 100 m³

3.3.7 Riegos de imprimación

La emulsión a emplear como riego de imprimación será de tipo C50BF4 (carga catiónica) y cumplirá con las siguientes especificaciones técnicas, así como con lo especificado para este tipo de emulsión en el artículo 213 del PG3. La dosificación será de un kilogramo por metro cuadrado (1,0 Kg/m²)

Tabla 4. Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica C50BF4

Característica	Unidad	Norma	Min.	Máx.
Polaridad de las partículas	-	UNE-EN 1430:2009	Positiva	
Índice de rotura	-	UNE-EN 13075-1:2017	110	195
Tiempo de fluencia 2 mm, 40°C	s	UNE-EN 12846-1:2011		
Contenido de ligante	%	UNE-EN 1428:2012	15	70
Contenido de fluidificante	s	UNE-EN 1431:2018	5	15
Tamizado por 0,5 mm	%	UNE-EN 1429:2013	-	0,10
Sedimentación a los 7 días	%	UNE-EN 12847:2023	-	10
Adhesividad	%	UNE-EN 13614:2021	90	-
Residuo por destilación según UNE EN 1431:2018				
Penetración (25°C; 100g; 5s)	0,1mm	UNE-EN 1426:2015	-	270
Punto de reblandecimiento	°C	UNE-EN 1427:2015	35	-
Residuo por evaporación según UNE EN 13074-1:2019				
Penetración (25°C; 100g; 5s)	0,1mm	UNE-EN 1426:2015	-	330
Punto de reblandecimiento	°C	UNE-EN 1427:2015	35	-
Residuo por evaporación según UNE EN 13074-2:2019				
Penetración (25°C; 100g; 5s)	0,1mm	UNE-EN 1426:2015	-	220
Punto de reblandecimiento	°C	UNE-EN 1427:2015	35	-

3.3.8 Riegos de adherencia

La emulsión a emplear como riego de adherencia será de tipo C60B2 (carga catiónica) y cumplirá con las siguientes especificaciones técnicas, así como con lo especificado para este tipo de emulsión en el artículo 213 del PG3. La dosificación será de medio kilogramo por metro cuadrado (0,5 Kg/m²)

Tabla 5. Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica C60B2

Característica	Unidad	Norma	Valor	Clase
Índice de rotura	-	UNE-EN 13075-1:2017	<110	2
Tiempo de fluencia 2 mm, 40°C	s	UNE-EN 12846-1:2011	15-70	3
Contenido de ligante	%	UNE-EN 1428:2012	58-62	6
Contenido de fluidificante	s	UNE-EN 1431:2018	≥58	6
Tamizado por 0,5 mm	%	UNE-EN 1429:2013	≤0,1	2
Sedimentación a los 7 días	%	UNE-EN 12847:2023	≤10	3
Adhesividad	%	UNE-EN 13614:2021	≥90	3
Residuo por destilación según UNE EN 1431:2018				
Penetración (25°C; 100g; 5s)	0,1mm	UNE-EN 1426:2015	≤220	8
Punto de reblandecimiento	°C	UNE-EN 1427:2015	≥35	8
Residuo por evaporación según UNE EN 13074-1:2019				
Penetración (25°C; 100g; 5s)	0,1mm	UNE-EN 1426:2015	≤330	7
Punto de reblandecimiento	°C	UNE-EN 1427:2015	≥35	8
Residuo por evaporación según UNE EN 13074-2:2019				
Penetración (25°C; 100g; 5s)	0,1mm	UNE-EN 1426:2015	≤220	8
Punto de reblandecimiento	°C	UNE-EN 1427:2015	≥35	8

3.3.9 Mezclas bituminosas en caliente

Los materiales deberán cumplir las exigencias del artículo 542 del PG-3. Los ligantes deberán ser betunes asfálticos y cumplirán las exigencias marcadas en este Pliego.

El aglomerado en caliente utilizado en la reposición de servicios afectados tendrá un espesor total de 12 cm, repartido en dos capas, una capa base de 6 cm de espesor y una capa de rodadura de 6 cm de espesor, siendo ambas capas del tipo AC 16 SURF S.

El aglomerado en caliente utilizado tanto en el camino de acceso a la estación de bombeo del sector B como en la urbanización de ambas estaciones de bombeo tendrá un espesor total de 10 cm, repartido en dos capas, una capa base de 5 cm de espesor y una capa de rodadura de 5 cm de espesor, siendo ambas capas del tipo AC 16 SURF S.

El suministrador de aglomerado poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 y ISO 14001 así como Marcado CE para las mezclas bituminosas indicadas en el presente pliego, en vigor emitido por Organismo Autorizado.

En particular se realizarán los siguientes ensayos: Ensayo Marshall, según UNE-EN 12697-34:2022. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 34: Ensayo Marshall, para la

determinación de la resistencia a la deformación plástica, ensayo de la densidad relativa de los materiales bituminosos según NLT-168, ensayo de determinación de la granulometría de las partículas según NLT-165 y ensayo de determinación del porcentaje de huecos según UNE-EN 12697-8:2020. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 8: Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas. Se tomará, como mínimo, una muestra cada 50 t de aglomerado para la realización de dichos ensayos.

3.3.10 Pavimentos de hormigón

Los materiales cumplirán las exigencias que se establecen en el artículo 550 del PG-3. La resistencia característica a flexotracción del hormigón será superior a 40 kg/cm².

3.3.11 Bordillos

Los bordillos serán prefabricados de hormigón H-400 achaflanado, asentado sobre base de hormigón en masa HM-20/B/20/X0, incluso p.p. de rejuntado con mortero. Será conformes a norma UNE-EN 1340:2004, Bordillos prefabricados de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo, y a la complementaria UNE 127340:2006.

3.3.12 Escollera

La escollera será de roca machacada de tamaño comprendido entre 30 y 60 cm. Los materiales cumplirán las exigencias contempladas en el artículo 658 del PG-3.

La piedra para escollera procederá de canteras de piedra caliza o ígnea no meteorizada que hayan sido aceptadas por la Dirección de la Obra a propuesta del Contratista.

La piedra estará limpia de raíces o tierras, será homogénea en su aspecto exterior, no tendrá forma lajosa y presentarán aristas vivas al ser rotas. No presentará cavernas ni diaclasas, ni tampoco inclusiones de otros materiales.

La escollera tipo para protecciones deberá venir definida, por la siguiente tabla de valores:

Tabla 6. Valores para la escollera

<u>Peso de las Piedras</u> <u>(kg)</u>	<u>Tanto por ciento menor en peso</u>
800	100
700	75-100
600	50-80
400	15-60
300	5-20
-	2

Los ensayos para la comprobación de la granulometría especificada serán realizados por un laboratorio aprobado por la Dirección de Obra sobre muestras seleccionadas y fijadas por la misma, la cual exigirá los certificados relativos a dichos ensayos. Se exigirá un ensayo granulométrico al comienzo de la colocación de cada uno de los tipos de escollera.

3.3.13 Componentes de hormigones y morteros

3.3.13.1 Áridos

3.3.13.1.1 *Generalidades*

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse áridos gruesos (gravas) y áridos finos (arenas), según UNE-EN 12620:2003+A1:2009, Áridos para hormigón, rodados o procedentes de rocas machacadas, así como escorias de horno alto enfriadas por aire o áridos reciclados, todos ellos según UNE-EN 12620:2003+A1:2009, Áridos para hormigón, y, en general, cualquier otro tipo de árido cuya evidencia de buen comportamiento haya sido sancionado por la práctica y se justifique debidamente. En cualquier caso, cumplirá las condiciones del artículo 30 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Los áridos deben tener marcado CE según norma UNE-EN 12620:2003+A1:2009, Áridos para hormigón, y las propiedades definidas en la declaración de prestaciones (DdP) deberán cumplir lo establecido en el artículo 30.1 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En el caso de utilizar escorias de horno alto enfriadas por aire, se seguirá lo establecido en el artículo 30.9 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En el caso de utilizar áridos reciclados, se seguirá lo establecido en el apartado 30.8 del Código Estructural, mientras que para el caso de los áridos ligeros se ha de cumplir lo indicado en el Anejo 8 del citado Código Estructural.

Los áridos no deben descomponerse por los agentes exteriores a que estarán sometidos en obra. Por lo cual, 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 permita el Código Estructural.

3.3.13.1.2 *Control de calidad*

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE 146121:2000, Áridos para la fabricación de hormigones. Especificaciones para los áridos utilizados en los hormigones destinados a la fabricación de elementos de hormigón estructural, o con la norma UNE-EN 12620:2003+ A1:2009, Áridos para hormigón, no será necesario realizar un control de calidad de los áridos. En caso contrario se realizará el siguiente control.

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 1097-2:2021, ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación (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 1097-6:2014, ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua.: ≤ 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 1097-2:2021, ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación) si existe experiencia previa en su empleo y hay estudios experimentales específicos que avalen su utilización sin perjuicio de las prestaciones del hormigón.

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

Tabla 7. Requisitos físico-mecánicos

Propiedades del árido	Cantidad máxima en % del pesototal 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 1097-2	-	18%

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

Requisitos químicos:

En este apartado se definen los requisitos mínimos que deben cumplir los áridos para hormigones. Un resumen de las limitaciones de carácter cuantitativo se recoge en la siguiente tabla:

Tabla 8. Requisitos químicos

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 1744-1:2010+A1:2013	1.00	1.00 (*)	
Sulfatos solubles en ácidos, expresados en SO ₃ y referidos al árido seco, determinados con arreglo al método de ensayo indicado en el apartado 12 de UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	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 1744-1:2010+A1:2013	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

Materia orgánica:

En el caso de detectarse la presencia de sustancias orgánicas, de acuerdo con el apartado 15.1 de la norma UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013, Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico, 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 1744-1:2010+A1:2013, Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico, produzcan un color más oscuro que el de la sustancia patrón.

Granulometría y forma del árido:

La granulometría de los áridos, determinada de conformidad con la norma UNE-EN 933-1:2012, Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método del tamizado, debe cumplir los requisitos correspondientes a su tamaño de árido d/D .

La granulometría de los áridos gruesos se debe ajustar a la categoría $G_{c90/15}$ o $G_{c85/20}$, mientras que el árido fino será de categoría G_{f85} .

La cantidad de finos que pasan por el tamiz 0,063 (de conformidad con la norma UNE-EN 933-1:2012), 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 Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. 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 Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

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 933-3:2012, Ensayos para

determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas, y su valor debe ser inferior a 35 (Categoría FI₃₅). Este ensayo se realizará como mínimo una vez al año

3.3.13.1.3 *Árido fino*

El árido fino consistirá en arena natural, o previa aprobación del Director de la Obra, en otros materiales inertes que tengan características similares. El árido fino estará exento de álcalis solubles al agua, así como de sustancias que pudieran causar expansión en el hormigón por reacción a los álcalis del cemento. Sin embargo, no será necesario el ensayo para comprobar la existencia de estos ingredientes en árido fino que proceda de un punto en que los ensayos anteriores se hubieran encontrado exentos de ellos, o cuando se demuestre satisfactoriamente que el árido procedente del mismo lugar que se vaya a emplear, ha dado resultados satisfactorios en el hormigón de dosificación semejante a los que se vayan a usar, y que haya estado sometido durante un periodo de 5 años a unas condiciones de trabajo y exposición, prácticamente iguales a las que ha de someterse el árido a ensayar, y en las que el cemento empleado era análogo al que vaya a emplearse. En cualquier caso, se ajustará a lo especificado en el Artículo correspondiente del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

3.3.13.1.4 *Árido grueso*

Consistirá en piedra machacada o grava, o previa aprobación en otros materiales inertes y de características similares. Estará exento de álcalis solubles en agua y de sustancias que pudieran causar expansión en el hormigón a causa de su reacción con los álcalis del cemento, no obstante, no será necesario el ensayo para comprobar la existencia de estos ingredientes en árido grueso que proceda de un lugar que en ensayos anteriores se haya encontrado exento de ellos o, cuando se demuestra satisfactoriamente que este árido grueso ha dado resultados satisfactorios en un hormigón obtenido con el cemento y una dosificación semejantes a los que se vayan a usar, y que haya estado sometido durante un periodo de 5 años a unas condiciones de trabajo y exposición prácticamente iguales las que tendrá que soportar el árido a emplear. En cualquier caso, todo árido se atenderá a lo especificado en el Artículo correspondiente del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

El tamaño del árido grueso será el siguiente:

- 20 mm, para todo el hormigón armado, excepto en lo que se indica más adelante.

- 65 mm, como máximo para hormigón sin armadura, con tal de que el tamaño no sea superior a 1/5 de la dimensión más estrecha entre laterales de encofrados del elemento para el que ha de usarse el hormigón, y en las losas sin armadura, no superior a 1/3 de las losas.

3.3.13.2 Agua

El agua será limpia y estará exenta de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, álcalis, materias orgánicas y otras sustancias nocivas. Al ser sometida a ensayo para determinar la resistencia estructural al árido fino, la resistencia de las probetas similares hechas con el agua sometida a ensayo y un cemento Portland normal será, a los 28 días, como mínimo el 95% de la resistencia de probetas similares hechas con agua conocida de calidad satisfactoria y con el mismo cemento árido fino. En cualquier caso, se cumplirá lo especificado en el Código Estructural.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización o en caso de duda, deberá cumplir las especificaciones contenidas en la siguiente tabla:

Tabla 9. Especificaciones a cumplir

Exponente de hidrógeno pH UNE 83952:2008	≥ 5
Sulfatos UNE 83956:2008	≤ 1 g/l
Ión cloruro UNE 83958:2014	HP ≤ 1 g/l HA ≤ 3 g/l HM ≤ 3 g/l
Hidratos de carbono UNE 83959:2014	No presencia
Sustancias orgánicas solubles en éter UNE 83960:2014	≤ 15 g/l
Residuo seco UNE 83957:2008	≤ 15 g/l

Los ensayos necesarios para garantizar estas condiciones se llevarán a cabo como mínimo una vez al año. La toma de muestras para la realización de los ensayos se realizará según la norma UNE 83951:2008, Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Toma de muestras.

3.3.13.3 Aditivos

3.3.13.3.1 Generalidades

Los aditivos no estarán en una proporción superior al 5% del peso de cemento y serán conformes con la norma UNE-EN 934-2:2010+A1:2012, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte

2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado, y a lo especificado en el artículo 31 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

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

En los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 934-2:2010+A1:2012, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado, así como el certificado de garantía del fabricante de que las características y especialmente el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función principal deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni presentar peligro para las armaduras.

El fabricante suministrará el aditivo correctamente etiquetado, según la norma UNE-EN 934-6:2019, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 6: Toma de muestras, evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones.

3.3.13.3.2 *Tipos de aditivos*

Se consideran únicamente los recogidos en la tabla 31.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. Éstos deberán tener marcado CE según la norma UNE-EN 934-2:2010+A1:2012, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado:

- Reductores de agua / Plastificantes.
- Reductores de agua de alta actividad / superplastificantes.
- Modificadores de fraguado / aceleradores, retardadores.
- Inclusores de aire.
- Multifuncionales.
- Moduladores de la viscosidad.

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.

3.3.13.4 Adiciones

Según el artículo 32 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural, se definen las adiciones como aquellos materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente divididos, pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirse características especiales. Se recoge únicamente la utilización de las cenizas volantes y el humo de sílice como adiciones al hormigón en el momento de su fabricación.

Las cenizas volantes deben tener marcado CE (sujetas a la norma UNE-EN 450-1:2013, Cenizas volantes para hormigón. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad.) y la declaración de prestaciones (DdP) deberá recoger los siguientes requisitos esenciales:

- Sulfatos (SO_3), según UNE-EN 196-2:2014, Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cementos.
- Cloruros (Cl), según UNE-EN 196-2:2014, Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cementos.
- Óxido de Calcio libre, según UNE-EN 451-1:2017, Métodos de ensayo de cenizas volantes. Parte 1: Determinación del contenido de óxido de calcio libre.
- Óxido de Calcio reactivo, según UNE-EN 451-12017, Métodos de ensayo de cenizas volantes. Parte 1: Determinación del contenido de óxido de calcio libre.
- Pérdida de calcificación, según UNE-EN 196-2:2014, Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cementos, (categoría A).
- Finura, según UNE-EN 451-2:2019, Métodos de ensayo de cenizas volantes. Parte 2: Determinación de la finura por tamizado en húmedo.
- Demanda de agua, según UNE-EN 451-2:2019, Métodos de ensayo de cenizas volantes. Parte 2: Determinación de la finura por tamizado en húmedo, (Clase S).
- Índice de alcalinidad resistente, según UNE-EN 196-1:2018, Métodos de ensayo de cementos. Parte 1: Determinación de resistencias.
- Estabilidad de volumen, según UNE-EN 196-3:2017, Métodos de ensayo de cementos. Parte 3: Determinación del tiempo de fraguado y de la estabilidad de volumen.

El humo de sílice no podrá contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras.

El humo de sílice debe tener marcado CE (conforme a la norma UNE-EN 13263-1:2006+A1:2009, Humo de sílice para hormigón. Parte 1: Definiciones, requisitos y criterios de conformidad.) y la declaración de prestaciones (DdP) deberán recoger los siguientes requisitos esenciales:

- Dióxido de silicio (SiO_2), según UNE-EN 196-2:2014, Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cementos.
- Pérdida por calcinación, según UNE-EN 196-2:2014, Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cementos
- Índice de actividad resistente, según UNE-EN 13263-1:2006+A1:2009, Humo de sílice para hormigón. Parte 1: Definiciones, requisitos y criterios de conformidad.
- Silicio elemental, según ISO 9286:2021, Abrasive grains and crude — Chemical analysis of silicon carbide.
- Óxido de calcio libre, CaO (I).
- Sulfatos, expresado en SO_3 .
- Cloruros (Cl^-), según UNE-EN 196-2:2014, Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cementos.
- Superficie específica, según ISO 9277:2009 (S_e , m^2/g).

3.3.13.5 Cemento

El cemento a emplear en el presente proyecto, cualquiera que fuere la unidad de obra en que se emplee, cumplirá con las especificaciones del Pliego RC-16 de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de cementos.

El tipo de cemento a emplear será el especificado en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural en todo lo referente a cementos utilizables, suministro y almacenamiento, y en las normas UNE-EN 197-1:2011, Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes, y según el tipo de hormigón indicado en la tabla 28 del Código Estructural.

En cualquier caso, el cemento deberá ser tal que el hormigón o mortero que con él se fabrique, alcance las resistencias exigidas en el presente proyecto. El cemento deberá poseer el sello o marca de conformidad oficialmente homologado, conforme a lo establecido en el Real Decreto Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).

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

El costo de adquisición del cemento, su transporte, carga y descarga, ensilado, empleo, manipulación y puesta en obra se considera incluido en cada una de las unidades de obra en

que se emplee, como hormigones, morteros, etc., por lo que no es de abono como unidad independiente.

El cemento de distintas procedencias se mantendrá totalmente separado y se hará uso del mismo en secuencia, de acuerdo con el orden en que se haya recibido, excepto cuando el Director de la Obra ordene otra cosa. Se adoptarán las medidas necesarias para usar cemento de una sola procedencia en cada una de las superficies vistas del hormigón para mantener el aspecto uniforme de las mismas. No se hará uso de cemento procedente de la limpieza de los sacos o caído de sus envases, o cualquier saco parcial o totalmente mojado o que presente señales de principio de fraguado.

3.3.13.6 Estructura

El tamaño de árido no será superior a 1/5 de la dimensión más estrecha entre los laterales de los encofrados de los elementos para los que se usará el hormigón, ni a 3/4 del espacio mínimo entre barras de armadura. En las losas de hormigón sin armaduras, el tamaño aproximado no será superior a 1/3 del grosor de las losas y en ningún caso superior a 65 mm.

La granulometría de los áridos será la siguiente:

Tabla 10. Granulometría de los áridos

MALLA (mm.) 7050	TANTO POR CIENTO EN PESO QUE PASA POR CADA TAMIZ, PARA TAMAÑOS MÁXIMOS DE ÁRIDO EN mm.					
	20	40	50	65	80	100
80			100	100	100	89,4
40		100	89,4	78,4	70,7	63,2
20	100	70,7	63,2	55,5	50	44,7
10	70,7	50	44,7	39,2	35,4	31,6
5	50	35,3	31,6	27,7	25	22,4
2,5	35,5	25	22,4	19,6	17,7	15,8
1,25	25	17,7	15,8	13,9	12,5	11,2
0,63	17,7	12,5	11,2	9,8	8,9	7,9
0,32	12,6	8,9	8	7	6,8	5,7
0,125	7,9	5,6	5	4,4	4	3,5
MÓDULO GRANULOMÉTRICO	4,79	5,73	5,81	6,33	6,69	7,04

3.3.14 Hormigones

3.3.14.1 Calidad de los componentes

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

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

El ión cloruro total no excederá los siguientes límites:

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

La cantidad total de finos en el hormigón, resultante de sumar el contenido de partículas del árido grueso y del árido fino que pasan por el tamiz 0,063 y la componente caliza, en su caso, del cemento, deberá ser inferior a 175 kg/m³.

3.3.15 Morteros

3.3.15.1 Generalidades

No se amasará el mortero hasta el momento en que haya de utilizarse, y se utilizará antes de transcurridas dos horas de su amasado.

Los morteros utilizados en la construcción cumplirán lo especificado en las normas UNE-EN 998-2:2018, Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería, y CTE DB-SE-F (Documento Básico Seguridad Estructural: Fábrica, del Código Técnico de la Edificación)

Se mezclará el árido de modo que quede distribuido uniformemente por toda la masa, después de lo cual se agregará una cantidad suficiente de agua para el amasado de forma que se obtenga un mortero que produzca la dosificación de la mezcla, siendo incumbencia del Contratista la consecución de esta. No se permitirá el retemplado del mortero en el cual el cemento haya comenzado a fraguar.

3.3.15.2 Mortero para acabados impermeables

Es una mezcla preparada de cemento modificado y árido seleccionado que al mezclar con el agua forma un mortero idóneo para el rebozado o acabado de toda clase de paramentos, para su total impermeabilidad y carencia de fisuras por retracción.

Las características técnicas son las siguientes:

- 1) Resistencia mecánica a compresión a los 20 días de 100 a 150 kg/cm² (probetas cúbicas 10*10*10 cm).
- 2) Resistencia mecánica a flexotracción a los 20 días de 25 a 30 kg/cm² (probetas prismáticas 4*4*16 cm).
- 3) Resistencia mecánica a tracción a los 20 días de 15 a 20 kg/cm² (probetas tipo ASTM C-190).

Las superficies donde se van a aplicar deberán de estar limpias de polvos u otra suciedad, así como de materiales antiadherentes (grasas, aceites, etc.). Conviene que las superficies sean ligeramente rugosas. Sobre hormigón encofrado deberá aplicarse en dos capas, la primera muy fina o delgada y la segunda cuando la anterior se haya endurecido suficientemente.

Las superficies porosas o absorbentes deberán de estar húmedas antes de aplicar el mortero.

El amasado se realizará con una proporción de 8 l. de agua por cada 50 kg de mortero y se aplicará con un espesor medio de 1 cm.

3.3.16 **Resina epoxi-brea**

Para recubrimientos impermeables se empleará una resina epoxi, formada por una combinación de resinas epoxi y breas en dos componentes.

Una vez que la resina ha vulcanizado se transforma en una lámina de protección flexible e impermeable, resistente a los agentes químicos agresivos. Será resistente a la abrasión, a la intemperie, al envejecimiento, a las raíces, soportando las posibles fisuras posteriores del soporte hasta a un espesor de 0,2 mm.

Aproximadamente la dosificación será de 1,6 kg/m² por cada mm de espesor.

3.3.17 Materiales para juntas

3.3.17.1 Condiciones generales

A menos que el Ingeniero Director apruebe otro tipo de junta, éstas serán de los tipos siguientes:

- Junta de masilla asfáltica (Construcción o dilatación)
- Junta estanca de cloruro de polivinilo (En obras de fábrica)

Las juntas de dilatación tendrán el siguiente tratamiento:

- Relleno premoldeado de juntas de dilatación.
- Relleno sellante de juntas.
- Topes estancos de juntas premoldeadas.

3.3.17.1.1 *Juntas de masilla asfáltica*

Estas juntas constarán de un componente bituminoso líquido o pintura asfáltica para el pintado de las superficies de la junta, una posible plancha de poliestireno (sólo utilizable en las juntas de construcción o dilatación) y de una banda de material asfáltico-plástico, introducida a presión, y que se adhiere a las paredes impregnadas por el componente líquido sellando de esta manera la junta para evitar el paso de agua o materiales extraños, pero permitiendo los movimientos de dilatación o contracción.

La pintura asfáltica tendrá una reconocida garantía y deberá ser impermeable, resistente a la agresión de los sulfatos, cloruros, azúcares, grasas y ácidos húmedos.

Tendrá un grado de fluidez suficiente para que pueda ser aplicada en frío fácil y homogéneamente como cualquier otra pintura. Deberá, además, poder extenderse en superficies húmedas, sin sufrir pérdidas de sus propiedades.

Para los ensayos de la masilla o banda de material asfáltico-plástico se aplicarán las normas siguientes:

- Ensayo de penetración (UNE 104281-4-2:1986, Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Materiales para sellado de juntas en elementos de hormigón. Métodos de ensayo. Penetración.)

- Ensayo de fluencia (UNE 104281-4-3:1985, Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Materiales para sellado de juntas en elementos de hormigón. Métodos de ensayo. Fluencia.)
- Ensayo de adherencia (UNE 7156:1960, Determinación del porcentaje de partículas gruesas, en las mezclas asfálticas.)

Cualquier material que cumpla las normas anteriormente citadas pero que a setenta grados (70°) con el setenta por ciento (70%) de pendiente fluya antes de las cinco (5) horas, será desechado y el Contratista deberá cambiarlo por otro que cumpla los requisitos sin derecho a reclamación o indemnización alguna.

3.3.17.1.2 *Junta estructural de cloruro de polivinilo*

Para impermeabilización de las juntas entre elementos estructurales, se emplearán bandas de material elástico adecuadas a su utilización, según se define en los planos. Su composición podrá ser a base de cloruro de polivinilo o cualquier otro material que apruebe el Ingeniero Director.

La resistencia a la tracción será, como mínimo, de ciento veinticinco kilogramos por centímetro cuadrado. El alargamiento mínimo será de trescientos cincuenta por ciento. Serán de aplicación las siguientes normas:

- Envejecimiento artificial (UNE-ISO 188:2009, Elastómeros, vulcanizados o termoplásticos. Envejecimiento acelerado y ensayos de resistencia al calor)
- Humedad relativa (UNE-EN ISO 483:2006, Plásticos. Recintos pequeños para el acondicionamiento y ensayo empleando disoluciones acuosas para mantener constante la humedad relativa. (ISO 483:2005).)

Las bandas deberán resistir una temperatura de doscientos grados centígrados (200° C) durante cuatro horas (4 h), sin que varíe sus características anteriores y sin que dé muestras de agotamiento. Las bandas se almacenarán convenientemente protegidas contra cualquier acción que pueda dañarlas.

3.3.18 **Acero en redondos para armaduras**

El acero a emplear en redondos para armaduras será del tipo B 500 S, se ajustarán a la siguiente serie: 8-10-12-16-20 mm.

Cumplirá las prescripciones contenidas en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que

se aprueba el Código Estructural y en la norma UNE-EN 10080:2006, Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.

- Artículo 34 Código Estructural: Aceros para armaduras pasivas
- Artículo 35 Código Estructural: Armaduras pasivas
- Artículo 36 Código Estructural: Aceros para armaduras activas
- Artículo 37 Código Estructural: Armaduras activas
- Artículo 49 Código Estructural: Procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras pasivas
- Artículo 58 Código Estructural: Control del acero para armaduras pasivas
- Artículo 59 Código Estructural: Control de las armaduras pasivas

3.3.18.1 Características y calidad de los materiales

Se define como armadura a emplear en hormigón armado, al conjunto de barras de acero de forma sensiblemente cilíndrica que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a este a resistir los esfuerzos a que está sometido.

Presentan en su superficie resaltos o estrías (corrugas) con objeto de mejorar su adherencia al hormigón.

A efectos de este procedimiento específico de calidad se definen, tal y como se indica en la tabla 34.2.a del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural, los siguientes tipos de acero soldable:

Tabla 11. Tipos de acero soldable

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_s (N/mm ²) ⁽¹⁾	≥ 440	≥ 550	≥ 480	≥ 575
Alargamiento de rotura, $\epsilon_{u,5}$ (%)	≥ 14	≥ 12	≥ 20	≥ 16
Alargamiento total bajo carga máxima, $\epsilon_{máx}$ (%)	acero suministrado en barra	≥ 5,0	≥ 5,0	≥ 7,5
	acero suministrado en rollo ⁽³⁾	≥ 7,5	≥ 7,5	≥ 10,0
Relación f_s/f_y ⁽²⁾	≥ 1,08	≥ 1,08	$1,20 \leq f_s/f_y \leq 1,35$	$1,15 \leq f_s/f_y \leq 1,35$ ⁽⁴⁾
Relación $f_{y\text{ real}}/f_{y\text{ nominal}}$	--	--	≤ 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 $\epsilon_{máx}$ 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_s .

Las barras de todos los tipos deberán tener aptitud al doblado-desdoblado, manifiesta por la ausencia de grietas apreciables a simple vista al efectuar el ensayo según norma UNE EN- ISO 15630-1: 2019, Aceros para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 1: Barras, alambres y alambres para hormigón armado. (ISO 15630-1:2019).

3.3.18.2 Control de calidad

- Cada fabricante de barras y/o mallas poseerá el Certificado de Calidad Siderúrgica de AENOR conforme a las normas UNE 36065:2011. Barras corrugadas de acero soldable con características especiales de ductilidad para armaduras de hormigón armado, UNE 36099:1996. Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado, UNE 36731:1996. Alambres lisos de acero para mallas electrosoldadas y para armaduras básicas para viguetas armadas y UNE 36092:2014. Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T. Si no posee dicho certificado deberá aportar los Certificados de Calidad de Producto conforme a cada una de las normas anteriores y el Certificado de Homologación de Adherencia de barras y mallas conforme la norma UNE 36740:1998. Determinación de la adherencia de las barras y alambres de acero para armaduras de hormigón armado

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

- UNE-EN 10080:2006: Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades

Como mínimo se realizará 1 ensayo completo por cada 1.000 kg de acero colocado en obra.

3.3.18.3 Identificación y marcado

Deberán llevar grabadas las marcas de identificación, de acuerdo con:

- UNE 36811:1998 IN: Barras corrugadas de acero para armaduras de hormigón armado. Códigos de identificación del fabricante.
- UNE 36812:1996 IN Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado. Códigos de identificación del fabricante.

3.3.18.4 Embalaje, manipulación y transporte

Tanto durante el transporte como durante el almacenamiento, la armadura se protegerá adecuadamente contra la lluvia, la humedad del suelo y la eventual agresividad del ambiente atmosférico. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

Antes de su utilización y especialmente después de un largo período de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1% respecto al peso inicial de la muestra.

En el momento de su utilización, las armaduras deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

3.3.19 **Mallas electrosoldadas**

Las mallas empleadas para la ejecución de los trabajos será del tipo B 500 T, se ajustarán a la siguiente serie: 20x30 Ø 4 mm, 20x30 Ø 5 mm, 15x15 Ø 6 mm y 15x15 Ø 10 mm.

Cumplirá las prescripciones contenidas en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural y en la norma UNE-EN 10080:2006, Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- UNE 36092:2014, Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T.
- UNE 36099:1996, Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado.

3.3.19.1 Características y calidad de los materiales

Son productos de acero formados por dos sistemas de elementos que se cruzan entre sí ortogonalmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica, según un proceso de producción en serie en instalaciones fijas, cumpliendo las prescripciones contenidas en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural y en la norma UNE 36099:1996, Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado.

La forma y dimensiones de las armaduras serán las indicadas en los planos. No se aceptarán las barras que presentan grietas, sopladura o mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

3.3.19.2 Control de calidad

- UNE EN 10080:2006: Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.

Para efectuar la recepción de las mallas electrosoldadas será necesario realizar ensayos de control de calidad de acuerdo con las prescripciones recogidas en el artículo 61 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

3.3.19.3 Identificación y marcado

Los aceros para armaduras vendrán marcados en su superficie por un código identificativo exclusivo de cada fabricante y país de origen. Del mismo modo, la designación completa de un producto de acero, cuando éste se cite en pedidos o documentos contractuales, incluirá una serie de indicaciones técnicas de suministro correspondientes al acero solicitado y, además, una designación numérica y simbólica.

Estas codificaciones se conceden a efectos exclusivamente identificativos, es decir, no evidencian calidad de producto, adecuación a normas UNE o el cumplimiento de requisitos reglamentarios

3.3.19.4 Embalaje, manipulación y transporte

Cada paquete debe llegar al punto de suministro con una etiqueta de identificación conforme a lo especificado en la norma UNE 36092:2014, Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T, en el apartado 35.2.1 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La calidad de las mallas electrosoldadas estará garantizada por el fabricante a través de la empresa adjudicataria de acuerdo con lo indicado en el apartado 35.2.1 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. La garantía de calidad de las mallas electrosoldadas será exigible en cualquier circunstancia a la empresa adjudicataria de las obras.

Serán de aplicación las condiciones de aceptación o rechazo de los aceros indicados en el apartado 61.5 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

El Director de obra podrá, siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales que se encuentren acopiados.

3.3.20 Acero en pletinas, chapas y perfiles laminados

Los hierros y aceros cumplirán las condiciones prescritas en el CTE-DB-SE-A. Los aceros para la construcción están regulados en Euronormas:

- Productos de acero laminado en caliente: UNE-EN 10025:2006, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.
- Productos huecos para la construcción, acabados en caliente (UNE-EN 10210:2020, Perfiles huecos de acero acabados en caliente para construcción) y conformados en frío (UNE-EN 10219:2007 ERRATUM:2010, Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino.).
- Perfiles abiertos para la construcción laminados en frío y perfilados (UNE-EN 10162:2005, Perfiles de acero conformados en frío. Condiciones técnicas de suministro. Tolerancias dimensionales y de la sección transversal.)
- Productos planos de acero recubiertos en continuo de materias orgánicas

(prelacados), UNE-EN 10169:2011+A1:2012, Productos planos de acero, recubiertos en continuo de materias orgánicas (prelacados). Condiciones técnicas de suministro. y UNE-EN 10346:2015, Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro.

Los aceros tendrán las siguientes características recogidas en el Capítulo 4 del CTE-DB-SE- A:

- Módulo de elasticidad: E: 210.000 N/mm²
- Módulo de elasticidad transversal o módulo de rigidez: G: 81.000 N/mm²
- Coeficiente de Poisson: ν : 0,3
- Coeficiente de dilatación térmica: α : 1,2 x 10⁻⁵ (°C)⁻¹
- Densidad: ρ : 7.850 kg/m³

Los aceros a los que se hace referencia en este pliego son los comprendidos en la norma UNE-EN 10025-2:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados, y se refiere a Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas en general.

Las características mecánicas mínimas de estos aceros según la tabla 4.1 del CTE serán:

Tabla 12. Características mecánicas mínimas de los aceros (UNE-EN 10025-2:2020)

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico			Tensión de rotura	
	f_y (N/mm ²)			f_u (N/mm ²)	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

⁽¹⁾ Se le exige una energía mínima de 40J.

En este Pliego también se contemplarán los productos huecos acabados en caliente y conformados en frío.

Se debe comprobar que la resistencia a rotura frágil es, en todos los casos, superior a la resistencia a rotura dúctil. Esto es cierto en el caso de estructuras no sometidas a cargas de

impacto como las de edificación.

El espesor máximo de las chapas en función de la temperatura será el siguiente según el Capítulo 4 del CTE-DB-SE-A:

Tabla 13. Espesor máximo (mm) de chapas

Grado	Temperatura mínima								
	0 °C			-10 °C			-20 °C		
	JR	J0	J2	JR	J0	J2	JR	J0	J2
S235	50	75	105	40	60	90	35	50	75
S275	45	65	95	35	55	75	30	45	65
S355	35	50	75	25	40	60	20	35	50

Las pinturas anticorrosivas y de acabado serán de minio de plomo, esmaltes sintéticos y pinturas a base de resinas epoxi (en elementos pisables) y cumplirán lo especificado en los artículos 270, 272 y 273 del PG-3. Las chapas para calderería, carpintería metálica, puertas, etc. deberán estar totalmente exentas de óxido antes de la aplicación de las pinturas de protección.

En piezas protegidas por galvanizado, esta operación consiste en introducir piezas de acero en zinc fundido, a una temperatura aproximada de 450° hasta lograr un recubrimiento de 7-42 micras (recubrimiento bajo, regulado por la norma UNE EN 10346:2015, Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro) o de 45-200 micras (de alta duración, regulado por la norma UNE EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).

Mediante el certificado de garantía de la factoría siderúrgica fabricante, podrá prescindirse en general, de los ensayos de recepción. El Ingeniero Director determinará los casos en que los ensayos deban ser completados y en qué forma.

Todas las piezas deberán estar desprovistas de pelos, grietas, estrías, fisuras y sopladuras. También se rechazarán aquellas unidades que sean agrías en su comportamiento.

Las superficies deberán ser regulares. Los defectos superficiales se podrán eliminar con buril o muela, a condición de que en las zonas afectadas sean respetadas las dimensiones fijadas por los planos de ejecución con las tolerancias previstas.

3.3.21 Tornillos, tuercas y arandelas

Toda la tornillería a emplear en la obra objeto del presente proyecto, cumplirá lo especificado a continuación Las características mecánicas de los aceros empleados en estas piezas serán:

Tornillos:

Acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015, Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino.

Los tornillos serán de cabeza hexagonal y rosca parcial conforme la norma UNE-EN ISO 4014:2023, Pernos de cabeza hexagonal. Productos de clases A y B.

Tuercas:

Acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN 898-2:2013, Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 2: Tuercas con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino.

Las tuercas serán hexagonales conforme la norma UNE-EN ISO 4033:2013, Tuercas hexagonales altas, tipo 2. Productos de clases A y B.

Arandelas:

Acero zincado de calidad A conforme la norma UNE-EN ISO 887:2000, Arandelas planas para pernos, tornillos y tuercas métricos para usos generales. Plan general.

Las arandelas serán planas conforme la norma UNE-EN ISO 7089:2000, Arandelas planas. Serie normal. Producto de clase A.

Varillas roscadas:

Acero zincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015, Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los tipos de tornillos, tuercas, arandelas y varillas roscadas conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar un control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 unidades completas de cada tipo de elemento suministrado del que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Marcado:

Todos los tornillos, arandelas, tuercas y varillas roscadas irán marcadas de forma duradera e indeleble con la calidad indicada para cada uno de ellos en el presente pliego.

Recubrimiento:

El espesor mínimo del revestimiento del cincado que debe tener la tornillería será de un mínimo de 25 micras (condiciones de servicio en exterior exigentes según UNE-EN ISO 2081:2018 Recubrimientos metálicos y otros recubrimientos inorgánicos. Recubrimientos electrolíticos de cinc con tratamientos suplementarios sobre hierro o acero).

Tabla 14. Resistencia a la corrosión de recubrimientos electrolíticos de cinc

Table C.1 — Neutral salt spray corrosion resistance of zinc plus chromate conversion coatings

Coating designation (partial)	Service condition number	Service conditions	Neutral salt spray test duration h
Fe/Zn5/A Fe/Zn5/B Fe/Zn5/F	0	Purely cosmetic applications	48
Fe/Zn5/C Fe/Zn5/D Fe/Zn8/A Fe/Zn8/B Fe/Zn8/F	1	Service indoors in warm, dry atmospheres	72
Fe/Zn8/C Fe/Zn8/D Fe/Zn12/A Fe/Zn12/F	2	Service indoors in places where condensation may occur	120
Fe/Zn12/C Fe/Zn12/D Fe/Zn25/A Fe/Zn25/F	3	Service outdoors in temperate conditions	192
Fe/Zn25/C Fe/Zn25/D	4	Service outdoors in severe corrosive conditions, e.g. marine or industrial	360

Control de calidad:

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN ISO 898-1:2015, Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino, de todos los tipos de tornillos, tuercas, arandelas y varillas roscadas conforme la normativa especificada en el pliego de Prescripciones Técnicas, no será necesario realizar un control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite.

3.3.22 Estructuras metálicas

El acero laminado para la ejecución de la estructura cumplirá exactamente las prescripciones sobre composición química y características mecánicas estipuladas en el Capítulo 4 del CTE-DB-SE-A (Documento Básico Seguridad Estructural. Acero del Código Técnico de la Edificación). Las condiciones de suministro y tolerancias de fabricación y de ejecución se seguirán de Capítulo 11 del CTE-DB-SE-A, pudiendo el Director de la Obra exigir los certificados de haberse realizado los ensayos de recepción indicados en dicha Norma.

La ejecución de la estructura será conforme al Capítulo 10 del CTE-DB-SE-A.

Los apoyos y aparatos de apoyo serán de calidad, forma y configuración descritas en al CTE-DB-SE-A. Deberá comprobarse por medios magnéticos, ultrasónicos o radiográficos, que no presentan inclusiones, grietas u oquedades capaces de alterar la solidez del conjunto.

Los rodillos de los aparatos de apoyo serán de acero forjado y torneado con las mismas características mecánicas mínimas indicadas.

El Contratista presentará, a petición del Director de la Obra, la marca y clase de los electrodos a emplear en los distintos cordones de soldadura de la estructura. A esta presentación se acompañará una sucinta información sobre los diámetros, aparatos de soldadura e intensidades y voltajes de la corriente a utilizar en el depósito de los distintos cordones.

Se cumplirán todas las prescripciones referentes al soldeo recogidas en el apartado 10.3 del CTE-DB-SE-A, la ejecución del soldeo seguirá todo lo prescrito en el apartado 10.7 del CTE-DB-SE-A.

El Contratista queda obligado a almacenar los electrodos recibidos en condiciones tales que no puedan perjudicarse las características del material de aportación.

El Director de la Obra podrá inspeccionar el almacén de electrodos siempre que lo tenga por conveniente, y exigir que en cualquier momento se realicen los ensayos previstos en la UNE-EN ISO 14555:2017, Soldeo. Soldeo por arco de espárragos de materiales metálicos, para comprobar que las características del material de aportación se ajustan a las correspondientes al tipo de electrodos elegidos para las uniones soldadas.

Será de aplicación toda la normativa recogida en el Anejo D del CTE-DB-SE-A.

Requisitos de fabricación en taller

Previamente al inicio de la producción, al contratista se le exigirán los siguientes documentos:

- Planos de taller
- Plan de montaje

- Memoria de soldeo
- Plan de seguridad

A lo largo de los trabajos se debe seguir un Plan de Calidad que incluya la revisión de la documentación de proyecto, personal y organización de la obra y una propuesta de programa de puntos de inspección (PPI).

3.3.23 Albañilería

3.3.23.1 Arena

En este apartado nos referimos a la arena para uso en mortero, enlucidos de cemento, y lechadas de cemento.

La arena será de cantos vivos, fina, granulosa, compuesta de partículas duras, fuertes, resistentes y sin revestimientos de ninguna clase. Procederá de río mina o cantera. Estará exenta de arcilla o materiales terrosos.

Contenido en materia orgánica: La disolución, ensayada según UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013, ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico, no tendrá un color más oscuro que la solución tipo.

Contenido en otras impurezas: El contenido total de materias perjudiciales como mica, yeso, feldespato descompuesto y piritita granulada, no será superior al 2%.

Forma de los granos: Será redonda o poliédrica, se rechazarán los que tengan forma de laja o aguja.

Tamaño de los granos: El tamaño máximo será de 2,5 mm.

Volumen de huecos: Será inferior al 35%, por tanto, el porcentaje en peso que pase por cada tamiz será:

Tabla 15. Porcentaje en peso por tamiz

Tamiz en mm:	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08
% en peso:	100	100-3	70-15	50-5	30-0	15-0

Se podrá comprobar en obra utilizando un recipiente que se enrasará con arena. A continuación, se verterá agua hasta que rebose; el volumen del agua admitida será inferior al 35% del volumen del recipiente.

3.3.23.2 Cemento

El cemento a emplear en el presente proyecto, cualquiera que fuere la unidad de obra en que se emplee, cumplirá con las especificaciones del Pliego RC-16 de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de cementos.

Se almacenará en lugar seco, ventilado y protegido de la humedad e intemperie.

3.3.23.3 Agua

El agua empleada en el amasado del mortero de cemento estará limpia y exenta de cantidades perjudiciales de aceite, ácido, álcali o materias orgánicas.

3.3.23.4 Morteros

No se amasará el mortero hasta el momento en que haya de utilizarse, y se utilizará antes de transcurridas dos horas de su amasado. Los morteros utilizados en la construcción cumplirán lo especificado en la siguiente normativa:

- CTE-DB-SE-F (Documento Básico Seguridad Estructural Fábricas del Código Técnico de la Edificación)
- UNE-EN 998-2:2018, Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería.
- UNE EN 1015-11:2020 Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 11: Determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.

Su dosificación será la siguiente:

Tabla 16. Dosificación de morteros

Tipo Mortero	Cemento P-250	Cal Aérea Tipo II	Cal Hidráulica tipo II	Arena
M-5 a	1	-	-	12
M-5 b	1	2	-	15
M-10 a	1	-	-	10
M-10 b	1	2	-	12
M-20 a	1	-	-	8
M-20 b	1	2	-	10
M-20 c	-	-	1	3

Tipo Mortero	Cemento P-250	Cal Aérea Tipo II	Cal Hidráulica tipo II	Arena
M-40 a	1	-	-	6
M-40 b	1	1	-	7
M-80 a	1	-	-	4
M-80 b	1	½	-	4
M-100 a	1	-	-	3
M-100 b	1	½	-	3

Los morteros descritos anteriormente poseen una resistencia a compresión que se expresa por el número precedido por la letra M, expresado en N/mm².

Se mezclará el árido de modo que quede distribuido uniformemente por toda la masa, después de lo cual se agregará una cantidad suficiente de agua para el amasado de forma que se obtenga un mortero que produzca la dosificación de la mezcla, siendo incumbencia del Contratista la consecución de esta. No se permitirá el retemplado del mortero en el cual el cemento haya comenzado a fraguar.

3.3.23.5 Cal apagada

Se aplicará al tipo de cal apagada para acabados adecuados para las capas de base, guarnecido y acabado de revestimientos, estucos, morteros y como aditivo para el hormigón de cemento I, II.

Las cales apagadas para acabados normales se ajustarán a la siguiente composición química: Oxido de calcio 85 a 90%. Dióxido de carbono: 5%.

La cal apagada para acabado normal cumplirá el siguiente requisito: Residuo retenido por un tamiz de la malla 100: máximo 5%.

La masilla hecha con cal apagada para acabado normal tendrá un índice de plasticidad no inferior a 200, cuando se apague durante un periodo mínimo de 16 horas y un máximo de 24.

Podrá utilizarse cal apagada en polvo, envasada y etiquetada con el nombre del fabricante, y el tipo a que pertenece según UNE-EN 459-1:2016, Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad

Se almacenará en lugar seco, ventilado y protegido de la intemperie.

3.3.23.6 Ladrillos

El ladrillo es una pieza prensada de arcilla cocida en forma de paralelepípedo rectangular, en la que se permiten perforaciones paralelas a una arista, de volumen total no superior al cinco por ciento (5 %) del total aparente de la pieza y rebajos en el grueso, siempre que éste se mantenga íntegro en un ancho mínimo de dos centímetros (2 cm.) de una soga o de los tizones, que el área rebajada sea menor del cuarenta por ciento (40 %) de la total y que el grueso mínimo no sea menor de un tercio (1/3) del nominal.

Para la recepción de los ladrillos en obra, éstos habrán de reunir las siguientes condiciones:

1. Las desviaciones de sus dimensiones con respecto a las nominales, no serán superiores a dos, tres, cuatro o cinco milímetros (2, 3, 4 ó 5 mm), según aquellas sean inferiores a seis con cinco centímetros (6,5 cm), estén comprendidas entre nueve y diecinueve centímetros (9 y 19 cm.), entre veinticuatro y veintinueve centímetros (24 y 29 cm), o sean iguales o mayores de treinta y nueve centímetros (39 cm), respectivamente. La flecha en aristas o diagonales, no superará el valor de uno, dos o tres milímetros (1, 2, 3 mm), según la dimensión nominal medida sea inferior a once con cinco centímetros (11,5 cm), esté comprendida entre once con cinco centímetros (11,5 cm) y treinta y ocho con nueve centímetros (38,9 cm), o sea superior a treinta y nueve centímetros (39 cm), respectivamente.
2. Los ladrillos serán homogéneos, de grano fino y uniforme y textura compacta. Carecerán absolutamente de manchas, eflorescencias, quemaduras, grietas, planos de exfoliación y materias extrañas que puedan disminuir su resistencia y duración. No tendrán imperfecciones o desconchados, y presentarán aristas vivas, caras planas y un perfecto moldeado. Los ladrillos estarán suficientemente cocidos, lo que se apreciará por el sonido claro y agudo al ser golpeados con martillo, y por la uniformidad de color en la fractura. Estarán exentos de caliches perjudiciales.
3. La resistencia a compresión de los ladrillos, es decir, el valor característico de la tensión aparente de rotura, determinado según la norma UNE-EN 772-1:2011+A1:2016, Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión, será como mínimo de doscientos kilogramos por centímetro cuadrado (200 kg/cm² ó 70-80 kg/cm²). Se define como tensión aparente, la carga dividida entre el área de sección total, incluidos los huecos.
4. La capacidad de absorción de agua será inferior al catorce por ciento (14 %) en peso, después de un día de inmersión. Este ensayo se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 772-21:2011, Métodos de ensayo de piezas para fábricas de albañilería. Parte 21: Determinación de la absorción de agua de piezas para fábrica de albañilería de

arcilla cocida y silicocalcáreas por absorción de agua fría. Una vez llevado a cabo el ensayo de absorción, los ladrillos no presentarán señales de desintegración.

5. Los resultados obtenidos en el ensayo de heladicidad, realizado según la norma UNE-EN 772-22:2021, Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 22: Determinación de la resistencia al hielo/deshielo de las piezas para fábrica de albañilería de arcilla, deberán ser adecuados al uso a que se destinen los ladrillos, a juicio de la Inspección de obra.
6. La eflorescencia, es decir, el índice de la capacidad de una clase de ladrillos para producir, por expulsión de sus sales solubles, manchas en sus caras, se determinará mediante el ensayo definido en la norma UNE 136029:2019, piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería. Ensayo de eflorescencia. Los resultados obtenidos deberán ser adecuados al uso a que se destinen las piezas, a juicio de la Inspección de obra.
7. La succión de una clase de ladrillo, es decir, su capacidad de apropiación de agua por inmersión parcial de corta duración, se determinará por el ensayo definido en la norma UNE-EN 772-11:2011, Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 11: Determinación de la absorción de agua por capilaridad de piezas para fábrica de albañilería de hormigón, hormigón celular curado en autoclave, piedra artificial y piedra natural, y de la tasa de absorción de agua inicial de las piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería. Los resultados obtenidos serán satisfactorios a juicio de la Inspección de obra.
8. Los ladrillos tendrán suficiente adherencia a los morteros.
9. Las piezas se apilarán en rejales para evitar fracturas y desportillamientos, agrietados o rotura de las piezas.

Se prohibirá la descarga de ladrillos por vuelco de la caja del vehículo transportador. Los ladrillos se entregarán en buenas condiciones, a ser posible paletizados, sin más de un 5% de ladrillos rotos.

3.3.23.7 Piezas cerámicas

1. Se refiere a ladrillo de arcilla para estructuras sin carga, de la calidad adecuada para los muros, tabiques, enrasillados y refracturación de los miembros estructurales.
2. El ladrillo será de arcilla superficial, pizarra refractaria, o de mezclas de los materiales.

3. Los ladrillos serán resistentes, estarán exentos de grietas mayores de un cuarto de las dimensiones del ladrillo en dirección a la grieta, así como de laminaciones y ampollas, y no tendrá alabeos que puedan impedir su adecuado asentamiento o perjudicar la resistencia o permanencia de la construcción. Solamente se tolerará que tengan defectos como máximo el 10% de los ladrillos de una remesa. Los ladrillos no tendrán partes de su superficie desportillados cuya extensión exceda del 8 por ciento de la superficie vista del ladrillo, ni cada parte o trozo desportillado será mayor de 13 cm². Únicamente se permitirá que tengan éstos un máximo de desportillado del 30 por ciento de los ladrillos de una misma remesa.
4. El número de huecos en los ladrillos se ajustará a la siguiente tabla:

Tabla 17. Dimensiones y número de huecos de los ladrillos

Dimensiones (cm)	25x12x9	25x12x4,5	25x12x3
Nº mínimo de huecos	6	3	3

5. El valor para la absorción para ladrillo suministrado para cualquier estructura no será mayor del 15 por ciento.
6. La resistencia a la compresión basada en el área total para ladrillos de construcción colocados con los huecos en sentido vertical, será de 49 Kg/cm² como mínimo, y para ladrillo de construcción colocados con los huecos en sentido horizontal, será de un mínimo de 25 Kg/cm².
7. Todas las piezas cumplirán además todo lo especificado en la Norma UNE-EN 771-1:2011+A1:2016, Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida.

3.3.23.8 Bloques de hormigón

Se utilizará fábrica de bloques prefabricados de hormigón gris para revestir de 40x20x20, recibido con mortero M-5 de 250 kg de cemento y relleno de hormigón en masa HM-20/B/20/X0, con armadura B 500 S, para la reposición de arquetas de riego de los servicios afectados, así como en el cerramiento exterior de la estación de bombeo del sector A. En el sector B se utilizarán para dicho cerramiento bloques tipo Split en color cerma de 40x40x20, colocados a una cara vista, recibido con mortero M-5 de 250 kg de cemento y relleno de hormigón en masa HM-20/B/20/X0.

Los bloques de hormigón podrán ser de dos tipos: Bloques estructurales y de cerramiento. Se incluyen en este punto los bloques huecos de hormigón de cemento Portland y arena o mezcla

de arena y gravilla fina, de consistencia seca, compactados por vibro-compresión en máquinas que permiten el desmoldeo inmediato y que fraguan al aire en recintos o locales resguardados, curándose por riego o aspersión de productos curantes, etc. Tienen forma ortoédrica o especial, con huecos en dirección de la carga y paredes de pequeño espesor.

Las desviaciones de sus dimensiones con respecto a las nominales, no serán superiores a cuatro (4 mm) o tres milímetros (3 mm) según aquellas sobrepasen o no los veinte centímetros (20 cm). La flecha en aristas o diagonales, no será superior a dos (2 mm) o un milímetro (1 mm), según la dimensión nominal medida supere o no los veinte centímetros (20 cm).

La resistencia a compresión de los bloques de hormigón se realizará según la Norma UNE-EN 772-1:2011+A1:2016, Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión. Se define como tensión aparente, la carga de rotura dividida por el área total de la sección, incluidos los huecos.

La absorción de agua será determinada mediante el ensayo UNE-772-21:2011, Métodos de ensayo de piezas para fábricas de albañilería. Parte 21: Determinación de la absorción de agua de piezas para fábrica de albañilería de arcilla cocida y silicocalcáreas por absorción de agua fría. La succión de los bloques, es decir, la capacidad de apropiación de agua por inmersión parcial de corta duración, se determinará mediante el ensayo definido en la Norma UNE-EN 772-11:2011, Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 11: Determinación de la absorción de agua por capilaridad de piezas para fábrica de albañilería de hormigón, hormigón celular curado en autoclave, piedra artificial y piedra natural, y de la tasa de absorción de agua inicial de las piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería. La Inspección de obra juzgará sobre la satisfactoriedad o no de los resultados.

Los bloques serán inertes al efecto de la helada hasta una temperatura de veinte grados centígrados bajo cero (-20° C).

El peso específico real de las piezas, no será inferior a dos mil doscientos kilogramos por metro cúbico (2.200 kg/m³).

Los bloques no presentarán desportillamientos, grietas, roturas o materias extrañas. Presentarán una coloración uniforme y carecerán de manchas, eflorescencias, etc. ofreciendo un aspecto compacto y estético a juicio de la Inspección de la obra.

3.3.24 Estructuras construidas con elementos prefabricados de hormigón

Todo lo referido a este tipo de estructuras seguirá las prescripciones establecidas en el Artículo 54 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Forjados unidireccionales con viguetas o losas alveolares

Se respetarán en todo momento las prescripciones recogidas en el Artículo 59.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

3.3.25 Enfoscados

Revestimientos continuos realizados con mortero de cemento, de cal o mixtos en paramentos verticales y horizontales, interiores y exteriores, sobre muros de hormigón en masa o armado, fábricas de mampostería, de ladrillo cerámico y/o bloque de hormigón.

Los materiales y componentes de origen industrial deberán cumplir las condiciones de calidad y funcionalidad, así como de fabricación y control industrial señaladas en la normativa vigente que, en cada caso, les sea de aplicación.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de las condiciones, normas y disposiciones anteriormente citadas, e incluso otras que un sello de calidad les exija, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

3.3.26 Carpintería metálica

3.3.26.1 Puertas de acero

La estación de bombeo del sector A consta de una puerta metálica basculante de 3,93 x 4,40 m, con forros de protección o cajoneras laterales en chapa de acero galvanizado, guías laterales y poleas de contrapesos en acero, incluyendo puerta peatonal.

La estación de bombeo del sector B consta de una puerta metálica basculante de 4,93 x 4,40 m, con forros de protección o cajoneras laterales en chapa de acero galvanizado, guías laterales y poleas de contrapesos en acero, incluyendo puerta peatonal.

En cada sector se proyecta un centro de seccionamiento y un centro de transformación. El centro de transformación consta de dos puertas metálicas de 1,36 x 2,15 m y una puerta de 1,00 x 2,15 m, abatibles 180° sobre el paramento exterior, abisagradas, dotadas de cerradura con dos puntos de anclaje y varilla de sujeción contra cierres intempestivos, así como de dos rejillas de lamas metálicas de 1,36 x 0,76 m y otras cuatro de 1,80 x 0,76 m. El centro de seccionamiento consta de dos puertas metálicas de 1,00 x 2,00 m, abatibles 180° sobre el paramento exterior,

abisagradas, dotadas de cerradura con dos puntos de anclaje y varilla de sujeción contra cierres intempestivos, así como de dos rejillas de lamas metálicas de 0,80 x 0,60 m.

Por último, en cada uno de los campos fotovoltaicos se proyecta una caseta de servicios auxiliares que consta de una puerta metálica de 1,00 x 2,15 m, abatible 180° sobre el paramento exterior, abisagrada, dotada de cerradura con dos puntos de anclaje y varilla de sujeción contra cierres intempestivos, así como de dos rejillas de lamas metálicas de 1,80 x 0,76 m

Para el control de la carpintería de acero, se realizará una inspección comprobando:

- Holgura entre hoja y solado, dintel y jambas, no se admitirán valores inferiores a ocho milímetros (8 mm), o superiores a doce milímetros (12 mm).
- Verticalidad de las guías, no se admitirán variaciones superiores al dos por mil (0,2%)
- Distancia entre bisagras, no se aceptarán diferencias en medidas superiores al dos por mil (0,2%).
- Aplomado y nivelado. No se aceptarán variaciones mayores de dos milímetros (2 mm).

3.3.26.2 Carpintería metálica en aluminio

En la estación de bombeo del sector A se proyecta la siguiente carpintería de aluminio:

* Sala eléctrica: 1 Puerta practicable de 2 hojas, de aluminio lacado de 15 micras, con perfil europeo con RPT (rotura puente térmico) gama media, de 1.500 x 2.100 mm. de medidas totales, con permeabilidad al aire clase 3, estanqueidad al agua clase 5A y resistencia a la carga de viento C5, compuesta por cerco, hoja de aluminio, y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, con dos rejillas de lamas de 600 x 600 mm.

* Aseo: 1 Puerta practicable de 1 hoja, de aluminio lacado de 15 micras, con perfil europeo con RPT (rotura puente térmico) gama media, de 700 x 2.100 mm. de medidas totales, con permeabilidad al aire clase 3, estanqueidad al agua clase 5A y resistencia a la carga de viento C5, compuesta por cerco, hoja de aluminio, y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, y 1 ventana corredera de aluminio lacado de 15 micras, con perfil europeo con RPT (rotura puente térmico) gama media, de 1.000 x 500 mm, con permeabilidad al aire clase 3, estanqueidad al agua clase 5A y resistencia a la carga de viento C5, instalada sobre precerco de aluminio.

* Nave: 14 ventanas correderas de aluminio lacado de 15 micras, con perfil europeo con RPT (rotura puente térmico) gama media, de 1.500 x 700 mm, con permeabilidad al aire clase 3,

estanqueidad al agua clase 5A y resistencia a la carga de viento C5, instalada sobre precerco de aluminio.

En la estación de bombeo del sector B se proyecta la siguiente carpintería de aluminio:

* Sala eléctrica: 1 Puerta practicable de 2 hojas, de aluminio lacado de 15 micras, con perfil europeo con RPT (rotura puente térmico) gama media, de 1.500 x 2.100 mm. de medidas totales, con permeabilidad al aire clase 3, estanqueidad al agua clase 5A y resistencia a la carga de viento C5, compuesta por cerco, hoja de aluminio, y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, con dos rejillas de lamas de 600 x 600 mm.

* Nave: 14 ventanas correderas de aluminio lacado de 15 micras, con perfil europeo con RPT (rotura puente térmico) gama media, de 1.500 x 700 mm, con permeabilidad al aire clase 3, estanqueidad al agua clase 5A y resistencia a la carga de viento C5, instalada sobre precerco de aluminio.

Los perfiles necesarios para la finalidad deseada, se elegirán a partir de la documentación básica del fabricante del sistema. Los perfiles deben soportar cargas según norma UNE-EN 1991-1-1:2019 Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-1. Acciones generales. Pesos específicos, pesos propios, y sobrecargas de uso en edificios, con total seguridad. La ventilación y el desagüe de la zona de alojamiento del vidrio y de la cámara exterior debe estar diseñada de forma que la posible humedad esté guiada hacia el exterior. La ventilación de la cámara del vidrio se realizará siguiendo las indicaciones del fabricante del mismo. Se respetarán los pesos y medidas máximas para las hojas indicadas por el fabricante.

Todas las juntas deben estar instaladas de manera que se cumplan de forma duradera las exigencias de los grupos de clasificación de estanqueidad. Para carpinterías solamente se emplearán las juntas del fabricante especificadas en los catálogos.

Las directrices de acristalamiento del fabricante del vidrio, así como la normativa actual vigente, se tendrán en cuenta para evaluar las flechas admisibles de montantes y travesaños.

El material ofertado debe de haber pasado pruebas en banco de ensayos realizado por un organismo de control autorizado para garantizar las prestaciones de la carpintería, que deberá ofrecer los mínimos que figuran en la siguiente tabla:

Tabla 18. Características de la carpintería metálica de aluminio

Coeficiente de transmisión térmica	$\leq 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ según norma UNE-EN ISO 12567-1:2011 ó UNE-EN ISO 10140-2:2022
Aislamiento acústico	$\geq 44 \text{ dB}$ según norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017 ó UNE-EN ISO 12567-1:2011

Permeabilidad al aire	Clase 3 según norma UNE-EN 12207:2017
Estanqueidad al agua	Categoría 5A conforme a norma UNE-EN 12208:2000
Resistencia al viento mínimo	Clase C5 conforme a norma UNE-EN 12210:2017

El suministro de la carpintería debe realizarse con los herrajes y demás componentes usados para la obtención de los resultados del ensayo o de otro, autorizado por el fabricante del perfil, con calidades y prestaciones equivalentes o superiores, para asegurar las prestaciones obtenidas en el ensayo en el material a suministrar.

3.3.27 Protección de ventanas

Todas las ventanas de las estaciones de bombeo tendrán que estar protegidas mediante rejilla metálica realizada con tubo de acero de 30x15 mm. en vertical y horizontal, separados 15 cm, con garras para recibir de 12 cm., incluyendo pintado posterior con pintura tipo ferro.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos, conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad del acero, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no aporte el certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora realice los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

El control del revestido de las protecciones de las ventanas se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas de acero

3.3.28 Cubiertas

Las cubiertas de las estaciones de bombeo se realizarán con panel aislante de chapa de acero en perfil comercial tipo sándwich cumpliendo las siguientes especificaciones, así como las indicadas en la norma UNE-EN 14509:2014, Paneles sándwich aislantes autoportantes de doble cara metálica. Productos hechos en fábrica. Especificaciones:

- Homologado por sello AENOR de empresa y producto.

- Espesor de la chapa superior e inferior, de 0,6 mm. Prelacadas exteriormente e interiormente en color a definir por la Dirección Facultativa, espesor mínimo del prelacado 25 micras.
- Núcleo de espuma rígida de poliuretano de densidad media 40 kg/m³.
- Espesor total del panel 30 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, Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción).
- Tornillería oculta mediante tapajuntas.

Los remates tendrán las siguientes características:

- Espesor de la chapa 0,6 mm. prelacada exteriormente en color a definir por la Dirección Facultativa, espesor mínimo del prelacado 25 micras.
- Dimensiones 3,5 m x 1,25 con 50 cm de fondo.

Las capas de acabado podrán ser a base de:

- Pinturas o recubrimientos de poliuretanos o clorocaucho.
- Pinturas anticorrosivas de resinas 100% acrílicas, alquídicas u oleorresinosas de óxido de hierro.
- Pinturas o recubrimientos como plastisoles, organosoles, poliésteres fluorados o siliconados.

Cualquiera que sea la capa de acabado llevará las capas de imprimación y capas intermedias adecuadas. Las chapas conformadas cumplirán lo especificado en la documentación técnica en cuanto a valores de su módulo resistente y momento de inercia que deberán garantizar la rigidez necesaria para que no se produzcan abolladuras locales bajo una carga puntual de cien kilogramos en las condiciones más desfavorables.

3.3.29 Aspirador giratorio

En naves industriales y almacenes, el ambiente puede estar cargado de polvo, gases de soldaduras, exceso de calor acumulado en la parte superior, olores. Este ambiente es inapropiado para los trabajadores y a la larga puede provocar problemas de salud.

Con los aspiradores giratorios se consigue ventilar naves industriales. Colocado sobre la cubierta, aspira el aire interior de la nave, evacuando el calor generado por máquinas, el polvo,

las partículas de las soldaduras, los gases tóxicos, etc. El aire expulsado es continuamente reemplazado por aire limpio y fresco procedente del exterior, reciclándose así el ambiente del edificio.

El aspirador giratorio, instalado en las cubiertas de las estaciones de bombeo, aspira el aire caliente en verano y el aire húmedo en invierno. De esta forma impide el exceso de calentamiento y humedad en el bajo cubierta de la nave.

Aspirador giratorio con sombrero dinámico, realizado en aluminio (Dureza H-24), con conducto de salida de 350 mm de diámetro exterior, debiendo poseer el certificado CE del fabricante.

3.3.30 Soldaduras de piezas metálicas

El fabricante poseerá Certificado de cualificación del Procedimiento de Soldadura y certificados de cualificación de los Soldadores en vigor, emitidos por Organismo Autorizado según la norma UNE-EN ISO 9712:2023, Ensayos no destructivos. Cualificación y certificación del personal que realiza ensayos no destructivos. (ISO 9712:2012), o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente y vigente.

El proceso de soldadura en taller se realizará por personal cualificado conforme la norma UNE-EN ISO 9606-1:2017, Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros, a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente.

El fabricante avisará, con un mínimo de 5 días de antelación, el momento en el que estén realizadas todas las soldaduras, sin tratar ni revestir, para que la empresa ejecutora pueda realizar el control de calidad de las soldaduras. Dicho control de calidad se realizará mediante un examen visual y líquidos penetrantes a través de un Laboratorio debidamente autorizado.

- Examen visual: se realizará en el 10% de las soldaduras, conforme a la norma UNE-EN ISO 17637:2017, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Examen visual de uniones soldadas por fusión. (ISO 17637:2016), el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 5817:2014), o UNE-EN ISO 10042:2018, Soldeo. Uniones soldadas por arco en aluminio y sus aleaciones. Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 10042:2018), será el B, el nivel de aceptación será el B.
- Examen mediante líquidos penetrantes: se realizará en el 10% de las soldaduras conforme a la norma UNE-EN ISO 3452-1:2022, Ensayos no destructivos. Ensayo

por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales. (ISO 3452-1:2021), el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 5817:2014), o UNE-EN ISO 10042:2018, Soldeo. Uniones soldadas por arco en aluminio y sus aleaciones. Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 10042:2018), será el B, el nivel de aceptación según la norma UNE-EN ISO 23277:2015, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo mediante líquidos penetrantes. Niveles de aceptación. (ISO 23277:2015), será el 2X.

El proceso de soldadura en obra se realizará por personal cualificado conforme la norma UNE-EN ISO 9606-1:2017, Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros, a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente.

- Examen visual: se realizará en el 100% de las soldaduras, conforme a la norma UNE-EN ISO 17637:2017, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Examen visual de uniones soldadas por fusión. (ISO 17637:2016), el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 5817:2014), o UNE-EN ISO 10042:2018, Soldeo. Uniones soldadas por arco en aluminio y sus aleaciones. Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 10042:2018), será el B, el nivel de aceptación será el B.
- Examen mediante líquidos penetrantes: se realizará en el 100% de las soldaduras conforme a la norma UNE-EN ISO 3452-1:2022, Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales. (ISO 3452-1:2021), el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 5817:2014), o UNE-EN ISO 10042:2018, Soldeo. Uniones soldadas por arco en aluminio y sus aleaciones. Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 10042:2018), será el B, el nivel de aceptación según la norma UNE-EN ISO 23277:2015, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo mediante líquidos penetrantes. Niveles de aceptación. (ISO 23277:2015), será el 2X.

3.3.31 Galvanizados

La capa de galvanizado no deberá presentar señales de oxidación, y deberá resistir cuatro inmersiones de un minuto de duración en baño de solución de sulfato de cobre al veinte por ciento.

El proceso de galvanizado puede ser en caliente, por inmersión o al fuego. Consiste en introducir piezas de acero en zinc fundido, a una temperatura aproximada de 450° hasta lograr un recubrimiento de 7-42 micras (recubrimiento bajo, regulado por la norma UNE EN 10346:2015, Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro) o de 45-200 micras (de alta duración, regulado por la norma UNE EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).

En dichas normas se dictan, entre otros, los espesores medios y mínimos exigibles a los distintos materiales del presente proyecto:

Tabla 19. Espesor revestimiento según norma UNE EN 10346:2015

Designación del revestimiento	Masa mínima total de revestimiento, ambas superficies (g/m ²)	Valor indicativo para grosor de revestimiento por superficie, normalmente (µm)
Z100	100	7
Z140	140	10
Z180	180	13
Z200	200	14
Z225	225	16
Z275	275	20
Z350	350	25
Z450	450	32
Z600	600	42

Tabla 20. Espesores mínimos admisibles del espesor del recubrimiento galvanizado según norma UNE EN ISO 1461:2010

Tipo de pieza y espesor	Espesor local del recubrimiento en µm (valor mínimo)	Espesor medio del recubrimiento en µm (valor mínimo)
Acero < 1,5 mm	35	45
Acero ≥ 1,5 mm hasta ≤ 3 mm	45	55
Acero > 3 mm hasta ≤ 6 mm	55	70
Acero > 6 mm	70	85

Piezas de fundición < 6 mm		60	70
Piezas de fundición ≥ 6 mm		70	80
Piezas centrifugadas	Art. Roscados Diam > 6 mm	40	50
	Art. Roscados Diam ≤ 6 mm	20	25
	Otros artículos e ≥ 3 mm	45	55
	Otros artículos e < 3 mm	35	45

Cuando se adquieran aceros para fabricaciones que vayan a galvanizarse, debe ponerse claramente de manifiesto esta circunstancia ante el fabricante del acero o el almacenista, para que seleccionen aceros de composiciones apropiadas para este fin.

No se permitirán aceros para galvanizar con un contenido de silicio comprendido entre, aproximadamente, 0,04% y 0,12% y tampoco por encima de 0,25%. Tampoco se permitirán aceros cuyo porcentaje de silicio, sumado al de fósforo multiplicado por el factor 2.5, no supere el valor 0,09%. La influencia del fósforo es solamente relevante en los aceros de bajo contenido en silicio. En aceros altos en silicio (>0,12%), los contenidos de fósforo normalmente presentes en los mismos tienen una "influencia" despreciable sobre el comportamiento de estos aceros en la galvanización. Cuando no se disponga de información sobre la composición química del acero o exista alguna duda sobre la idoneidad de un determinado material, se recomienda hacer una prueba de galvanización con una pequeña probeta de dicho material, en las mismas condiciones que vayan a utilizarse durante el proceso de galvanización industrial. Especialmente importante es realizar la prueba a la misma temperatura y con el mismo tiempo de inmersión.

Para reducir los cambios térmicos de la soldadura en el proceso de galvanización, deben especificarse técnicas de soldadura discontinua o de arco protegido.

Para evitar este riesgo de fragilización del acero debido al proceso de galvanización deben tomarse las siguientes precauciones:

1. Seleccionar, siempre que sea posible, aceros que no sean susceptibles al envejecimiento por deformación (aceros con baja temperatura de transición dúctil-frágil) y, preferiblemente, con contenido de carbono inferior al 0,25%).
2. Si se utilizan aceros susceptibles, evitar las deformaciones severas en frío. Por ejemplo: doblar con radio de curvatura no inferior a tres veces el espesor del material en el punzonado de material de espesor superior a seis milímetros, utilizar un punzón de calibre unos 3 mm inferior al del orificio definitivo y luego agrandar mediante escariador. Evitar el corte en frío con cizalla de las chapas que vayan a someterse a sollicitaciones mecánicas importantes. En estos casos es aconsejable cortar con soplete o sierra.

3. Si no pudiera evitarse la deformación en frío de estos aceros susceptibles, los artículos ya conformados deben someterse a un tratamiento térmico para relevar tensiones antes de su galvanización. (A 600°C y una hora de duración por cada 25 mm de espesor del material).

Se debe evitar la contaminación de piezas con aceites o grasas, pero si esta fuera inevitable debido al proceso de fabricación, se deberán usar en ese proceso aceites y grasas fácilmente emulsionables.

En la galvanización de conducciones tubulares y cuerpos huecos, la galvanización debe acceder a toda la superficie externa e interna de los mismos, incluidas las esquinas, cavidades y rendijas. La norma que se seguirá a la hora de los requisitos y los ensayos relativos a los recubrimientos galvanizados en caliente sobre los tubos de acero será la UNE-EN 10240:1998, Recubrimientos de protección internos y/o externos para tubos de acero. Especificaciones para recubrimiento galvanizados en caliente aplicados en plantas automáticas.

3.3.32 Arquetas prefabricadas

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor y aportará con el primer envío 3 unidades, para que la empresa ejecutora pueda realizar las comprobaciones de dimensiones y diseño, que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente Pliego de Prescripciones Técnicas.

Las arquetas serán prefabricadas de hormigón armado. Cumplirán lo especificado en el presente pliego para el hormigón y el acero, así como lo especificado en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La forma y dimensiones de las arquetas cumplirán lo especificado en el anejo y en los planos correspondientes, así como lo especificado en el presente pliego.

Las tolerancias dimensionales admisibles serán de más-menos 1,50 cm.

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.

Aireación:

Todas las arquetas prefabricadas deberán incluir sus rejillas de aireación con las dimensiones que se establecen en los planos y en las figuras.

En el caso de arquetas de hidrantes se dispondrán de uno o más orificios (rejillas) laterales que permita la aireación suficiente de la misma para evitar la condensación dentro de la misma.

Además, para evitar la entrada de insectos, animales o cualquier intento de sabotaje los orificios o rejillas dispondrán de un elemento de protección.

Aspecto:

Los elementos prefabricados no presentarán:

- Coqueras
- Descomposiciones
- Fisuras de retracción
- Fisuras mecánicas
- Discontinuidades

Los armarios donde se ubicarán los hidrantes colectivos serán de dos tipos y tendrán las siguientes características:

- Tipo 1: Caseta de hormigón prefabricado de 2,5 x 1,0 x 1,95 m. interiores con paredes y cubierta formadas por placas de hormigón armado HA-25 de mínimo 6 cm. de espesor, para alojar agrupación de contadores. Suministrada con hueco de 2,1 x 0'30 m. de dimensiones en un frontal a base de hormigón aligerado para salida de tuberías secundarias, con rotura y celosía de protección del hueco. Puerta de acero galvanizado de mínimo 2 mm de espesor con 2 hojas de 1,1x1,70 y cerradura de seguridad.

- Tipo 2: Caseta de hormigón prefabricado de 2,0 x 1,0 x 1,95 m. interiores con paredes y cubierta formadas por placas de hormigón armado HA-25 de mínimo 6 cm. de espesor, para alojar agrupación de contadores. Suministrada con hueco de 1,6 x 0'30 m. de dimensiones en un frontal a base de hormigón aligerado para salida de tuberías secundarias, con rotura y celosía de protección del hueco. Puerta de acero galvanizado de mínimo 2 mm de espesor con 2 hojas de 0,85x1,70 y cerradura de seguridad.

Además, en el proyecto se utilizarán las siguientes arquetas:

- Arqueta prefabricada de hormigón normalizada tipo T-II para redes de riego, con medidas interiores de 1,50x1,00x1,00 m, sobre losa de hormigón ejecutada in situ de HA-25 de 15 cm con de hormigón con malla electrosoldada de 6 mm de diámetro y retícula de 15x15 cm.

.- Arqueta prefabricada de hormigón normalizada tipo T-III para redes de riego, con medidas interiores de 2,00x1,00x1,00 m, sobre losa de hormigón ejecutada in situ de HA-25 de 15 cm con malla electrosoldada de 6 mm de diámetro y retícula de 15x15 cm.

.- Arqueta prefabricada de hormigón normalizada tipo T-VI para redes de riego, con medidas interiores de 2,38x1,50x1,50 m, sobre losa de hormigón ejecutada in situ de HA-25 de 15 cm con malla electrosoldada de 6 mm de diámetro y retícula de 15x15 cm.

.- Arqueta de paso eléctrico, de hormigón prefabricado Tipo A1 625x535x1200 mm.

.- Arqueta de paso eléctrico, de hormigón prefabricado Tipo A2 1.170x620x1200 mm.

.- Arqueta de paso eléctrica de hormigón prefabricado de 800x800x800 mm.

Por último, para ubicar los centros de seccionamiento, los centros de transformación y las casetas de servicios auxiliares se proyecta:

.- Centros de seccionamiento: Envolvente compacta de hormigón armado tipo PFU-5 o similar, de dimensiones aproximadas 3050 mm de alto, 2380 mm de ancho y 6080 mm de largo.

.- Centros de transformación: Envolvente compacta de hormigón armado tipo PFU-5 o similar, de dimensiones aproximadas 3050 mm de alto, 2380 mm de ancho y 6080 mm de largo.

.- Casetas de servicios auxiliares: Caseta prefabricada de hormigón armado tipo monobloque, de dimensiones 3045 mm de alto, 2380 mm de ancho y 4460 mm de largo.

3.3.33 Tapaderas de arquetas

El acero constituyente de cualquier tipo para chapas para tapaderas de arquetas, deberá ser acreditado mediante el oportuno certificado de garantía de la factoría que proceda cada partida recibida en obra. Serán de acero galvanizado de 3 mm de espesor galvanizado en caliente con 80 micras, recercada en su cara inferior con angular metálico de 50x50x5 mm y cierre de seguridad antivandálico.

El módulo de la elasticidad no será inferior a dos millones cien mil kilogramos por centímetro cuadrado (2.100.000 kg/cm²), el límite elástico será superior a dos mis trescientos kilogramos por centímetro cuadrado (2.300 kg/cm²).

Se rechazarán aquellas unidades que presenten grietas o pelos.

Además, en el presente proyecto también se proyectan las siguientes tapas:

.- Tapa de fundición clase D400 para tráfico pesado para las arquetas que queden en zonas transitables.

.- Tapa de fundición clase B125 para tráfico ligero.

.- Tapa de placas prefabricadas de hormigón pretensado de 15 cm. de espesor para forjado o similar (SCU 1 kN/m²)

3.3.34 Vallas de cerramiento

Las vallas de cerramiento tendrán las siguientes características:

Cerca metálica exterior en campos fotovoltaicos:

- Altura: 2,00 m.
- Malla: Galvanizada simple torsión 50 mm de paso de malla y diámetro 1,8 mm.
- Postes intermedios, de esquina, jabalcones y tornapuntas: Serán de tubo de acero galvanizado en caliente de 50 mm.
- Anclaje: Mediante dados de hormigón HM-20/B/20/X0a de 35 cm de lado.
- Los postes intermedios se colocarán cada 3,00 m. como máximo.
- Los tornapuntas se colocarán cada 12,00 m. como mínimo y en los cambios de alineación.

Cerca cerramiento urbanización en estación de bombeo sector B:

- Altura: 1,50 m.
- Malla: Galvanizada simple torsión 40 mm de paso de malla y diámetro 1,8 mm.
- Postes intermedios, de esquina, jabalcones y tornapuntas: Serán de tubo de acero galvanizado en caliente de 50 mm.
- Anclaje: Mediante hormigón HM-20/B/20/X0 sobre cerramiento de bloques.
- Los postes intermedios se colocarán cada 5,00 m. como máximo.
- Los tornapuntas se colocarán cada 12,00 m. como mínimo y en los cambios de alineación.

La calidad de los materiales que componen el vallado serán igual o superior a lo especificado a continuación.

Mallas:

- Malla de simple torsión de alambre galvanizado en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).
- 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 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).

Postes:

- Postes fabricados con acero galvanizado en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009). 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 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).

Tornapuntas:

- Tornapuntas fabricados con chapa galvanizada en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009). Espesor mínimo de galvanizado: 60 micras y espesor medio no inferior a lo indicado en la tabla 2 de la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009)..
- Cabeza fabricada por estampación.

Tornillería:

- Acero inoxidable.

Abrazaderas y tensores:

- Metálicos galvanizados en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010 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 1461:2010.

Puertas:

- Puerta de dos hojas fabricadas con tubos de acero galvanizados en caliente conforme la norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009). 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 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).

La malla se suministrará en rollos compactados de 25 m de longitud.

Cerca cerramiento urbanización en estación de bombeo sector A:

- Reja metálica realizada con tubo de acero de 30x15 mm, en vertical y horizontal, separados 15 cm, con garras para recibir de 12 cm de idénticas características a la reja existente en la estación de bombeo con una altura de 1,50 m.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos conforme las especificaciones del pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente Pliego.

3.3.35 Tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD)

3.3.35.1 Normativa y generalidades

Este pliego establece las características y requisitos para un sistema de canalización fabricado a partir de polietileno.

Las tuberías, accesorios y piezas suministradas serán de PE y cumplirán con lo especificado en las normas UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos y UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios, respectivamente.

Se cumplirán las directrices del Informe Técnico ISO/TR 10358:2021, recogidas en la Norma UNE 53389:2001 IN, Tubos y accesorios de materiales plásticos. Tabla de clasificación de la resistencia química, para la resistencia de los tubos a los productos químicos.

Las tuberías de PE100 estarán fabricadas a base de polímeros de etileno. Estos polímeros cumplirán con lo establecido en la norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

Los tubos estarán fabricados mediante extrusión y los accesorios serán inyectados. En las medidas o diseños que no existan accesorios inyectados se colocarán accesorios manipulados teniendo en cuenta, para éstos últimos, los factores de reducción de presión indicados en la UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

Los diámetros, espesores y presiones nominales serán aquellos expresados en la UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.

Los tubos se clasificarán de acuerdo a su presión nominal (PN) y a las series de los tubos (S).

Se seguirán las recomendaciones presentes en la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión del CEDEX.

El Promotor/ Director de Obra podrá inspeccionar en fábrica tanto los materiales como el proceso de fabricación y el control de calidad que realiza el fabricante. En caso de que existiera algún impedimento para llevar a cabo esta función inspectora por motivos de secreto industrial u otros, el fabricante estará obligado a manifestarlo por escrito en su oferta de suministro.

3.3.35.2 Términos y definiciones

En lo que respecta al presente Pliego de Prescripciones para las tuberías de PE, serán de aplicación las siguientes definiciones y símbolos.

Diámetro nominal (DN): En los tubos de PE la designación genérica DN se refiere al diámetro exterior (OD). Para un mismo valor del DN los tubos admiten ser fabricados con distintos espesores, de manera que para una capacidad hidráulica determinada la resistencia mecánica del tubo sea variable. Dichas variaciones de espesor (para un valor fijo del DN) se obtienen modificando el diámetro interior (ID), manteniendo fijo el exterior (OD).

Relación de dimensiones normalizada (SDR): Relación entre el diámetro exterior nominal (DN) y el espesor nominal (e).

Serie (S): Número adimensional para designar el tubo. Norma ISO 4065:2018, Thermoplastics pipes - Universal wall thickness table:

$$S = (SDR-1) / 2$$

Límite inferior de confianza de la resistencia hidrostática prevista, σ_{LPL} . Cantidad, con dimensiones de esfuerzo expresada en megapascuales que representa el límite inferior de confianza al 97,5% de la resistencia hidrostática prevista a una temperatura θ en un tiempo t.

Resistencia mínima requerida, MRS: Valor de σ_{LPL} a 20°C y a 50 años, redondeado al valor inferior más próximo de la serie R10 cuando σ_{LPL} es inferior a 10 MPa, o al valor inferior más próximo de la serie R20 cuando σ_{LPL} es superior o igual a 10 MPa, siendo las series R10 y R20 las series de números de Renard conformes a las Normas ISO 3:1973, Preferred numbers - Series of preferred numbers, e ISO 497:1973, Guide to the choice of series of preferred numbers and of series containing more rounded values of preferred numbers.

Los tubos de PE se clasifican por su MRS, DN y PN, aunque esta última se tiende a sustituir por S o SN.

Presión nominal (PN): Designación numérica de una componente de un sistema de canalización relacionada con las características mecánicas del componente empleado como referencia. Para los sistemas de canalización en materiales plásticos se corresponde con la presión de funcionamiento admisible (PFA), en bar, para el transporte de agua a 20°C durante 50 años, y basada en el coeficiente mínimo de diseño:

$$PN = \frac{20 \times MRS}{C \times (SDR - 1)}$$

Presión de funcionamiento admisible (PFA): Presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar en utilización continua (sin sobrepresión).

$$PFA = PN \text{ (temperatura agua menor de 25°C)}$$

Presión de prueba en obra admisible (PEA): Presión hidrostática máxima que un componente recién instalado es capaz de soportar, durante un periodo de tiempo relativamente corto, con el fin de asegurar la integridad y estanqueidad de la conducción.

$$PEA = 1,5 \times PFA, \text{ con un máximo de } PFA + 5 \text{ bar}$$

Coefficiente de seguridad (de servicio), C. También denominado coeficiente de diseño o global, con un valor superior a 1, que toma en consideración las condiciones de servicio, así como las propiedades de los componentes de un sistema de canalización distinto de los que están representados en el límite inferior de confianza.

Esfuerzo de diseño, σ_s . Esfuerzo admisible para una aplicación determinada a 20 °C. Se obtiene del cociente entre el MRS y el coeficiente C, redondeando el resultado al valor inmediato inferior más próximo de la serie R 20, es decir:

$$\sigma_s = \text{MRS} / C, \text{ expresado en MPa.}$$

Diámetro exterior medio, d_{em} . Cociente entre el valor de la medición de la circunferencia exterior del tubo o del extremo macho del accesorio, en cualquier punto de la sección transversal, y $\pi = 3,142$, redondeando al 0,1 mm inmediatamente superior.

Diámetro exterior medio mínimo, $d_{em,min}$. Valor mínimo del diámetro exterior especificado para un diámetro nominal dado.

Diámetro exterior medio máximo, $d_{em,máx}$. Valor máximo del diámetro exterior especificado para un diámetro nominal dado.

Diámetro exterior en cualquier punto, d_e . Valor de la medición del diámetro en cualquier parte del tubo o del extremo macho de un accesorio, redondeando al 0,1 mm inmediatamente superior.

Ovalación. Diferencia entre el diámetro exterior máximo y el diámetro exterior mínimo medidos en la misma sección transversal del tubo o del extremo macho del accesorio.

Espesor de pared en cualquier punto, e. Valor de la medición del espesor de pared en cualquier punto de la circunferencia de un componente, redondeando al 0,1 mm inmediatamente superior.

Espesor de pared mínimo en cualquier punto, $e_{mín}$. Valor mínimo del espesor de pared en cualquier punto de la circunferencia de un componente.

Espesor de pared máximo en cualquier punto, $e_{máx}$. Valor máximo del espesor de pared en cualquier punto de la circunferencia de un componente.

Espesor de pared medio, e_m . Media aritmética de un número de medidas regularmente distribuidas alrededor de la circunferencia del componente y la misma sección transversal de éste, incluyendo los valores de espesor mínimo y máximo medidos.

Tolerancia. Variación permitida del valor especificado para una cantidad, expresada como la diferencia entre los valores máximo y mínimo permitidos.

Espesor nominal, e_n . Espesor de pared de un componente aproximadamente igual a la dimensión de fabricación, en mm.

$$e = \frac{P_n \cdot D_n}{2\sigma + P_n}$$

Dónde: P_n = presión nominal, en MPa

D_n = diámetro nominal, en mm.

σ = esfuerzo tangencial de trabajo a 20 °C en MPa.

3.3.35.3 Características técnicas

3.3.35.3.1 *Materiales*

Los materiales básicos que constituirán los tubos y las piezas de PE son los siguientes:

- Resina de Polietileno, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 12201-1:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.
- Negro de carbono o pigmentos. El negro de carbono, utilizado en la producción del compuesto negro, debe tener tamaño de partícula promedio (primario) de 10 a 25 mm, según UNE-EN 12201-1:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.
- Aditivos, tales como lubricantes, estabilizadores o colorantes, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 12201-1:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.

Los materiales que constituyan la tubería, una vez transformados, no deben ser solubles en el agua ni darle sabor u olor o modificar sus características, ni debe afectar negativamente a la calidad del agua.

En la fabricación de los tubos y piezas especiales se utilizará material virgen. Sólo se podrá utilizar material de reprocesado interno, en los términos expresados en el punto 3.1.2.2 y en el

punto 4.1 de la Norma UNE-EN 12201-1:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.

Las características físicas de la materia prima utilizada en la fabricación de los tubos y de las piezas indicadas, han de ser las que salen reflejadas en las tablas 1 y 2 de la Norma UNE-EN 12201-1:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades. Dichas características serán completadas con las que se indican en la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

Los compuestos para la fabricación de tubos y accesorios han de ser fusibles. En cualquier caso, se deberá cumplir con la tabla 3 de la norma UNE-EN 12201-1:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.

Tabla 21. Características del material (I)

Propiedad	Unidad	PE 100
Mínima tensión requerida, MRS	MPa	10
Tensión de diseño, σ	MPa	8
Coeficiente de seguridad, C	-	1,25
Densidad, min (Granza)	kg/m ³	930
Alargamiento a la rotura, min. (tubo)	%	350
Módulo de elasticidad a largo plazo	MPa	1100
Coeficiente de dilatación lineal	mm/m. °C	0,22
Contenido en negro de carbono en masa (Granza)	%	2 - 2,5
Conductividad térmica	Kcal/m. °C	0,37
T.I.O. (Granza). Cond s/tabla 1 UNE EN 12201-1:2012	minutos	>20
Constante dieléctrica	-	2,5

Los compuestos de Polietileno utilizados para la producción de tubos han de contar con el correspondiente certificado de producto de acuerdo a las normas europeas de certificación.

3.3.35.3.2 Aspecto, color y terminación

Los tubos y accesorios deberán presentar su superficie (*interior y exterior*) lisa y una distribución uniforme de color. Los extremos estarán cortados en sección perpendicular a su eje longitudinal. Se examinarán visualmente sin aumentos las superficies interna y externa de los tubos, presentando un aspecto liso, limpio, libre de grietas, cavidades u otros defectos superficiales. Los extremos de los tubos estarán cortados limpia y perpendicularmente al eje del tubo.

Los tubos serán negros con bandas azules, de acuerdo con el Prólogo Nacional de la norma UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.

3.3.35.3.3 *Dimensiones*

La longitud del tubo será medida de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 3126:2005, Sistemas de canalización en materiales plásticos. Componentes de materiales plásticos. Determinación de las dimensiones, y redondeada 0,1 mm al más próximo. En caso de litigio se medirá de acuerdo al punto 6.1 de la UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos. La longitud del tubo será como mínimo la especificada por el fabricante, no siendo menor de 6 m cuando sea suministrada en barras. El tubo en bobina deberá enrollarse de tal forma que se prevenga la deformación localizada, por ejemplo, colapsado o plegado. Las dimensiones de los tubos serán las especificadas en la tabla 48 de la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

El diámetro exterior medio y la ovalación deberán ser conformes a la tabla 1 de la UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos. El espesor de pared estará de acuerdo a lo expresado en tabla 2 de la UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos. Por tanto, el fabricante deberá presentar certificado de longitud, ovalación, diámetro exterior y espesor y peso por metro lineal (kg/m) para cada diámetro y presión.

El diámetro interior mínimo de la bobina no será inferior a $18 \times dn$. Cualquier dimensión menor de ésta deberá ser justificada por el fabricante y la posible aceptación o rechazo quedará a juicio del Promotor/ Director de Obra y de la Dirección Facultativa de la obra.

Las tolerancias serán las indicadas en la UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.

3.3.35.3.4 *Sistemas de unión*

Será de obligado cumplimiento el seguimiento de la Norma ISO 21307:2017, "Plastics pipes and fittings - Butt fusion jointing procedures for polyethylene (PE) piping systems".

La posibilidad de unión mediante elementos mecánicos quedará a juicio de la Dirección Facultativa de las obras y por lo tanto este tipo de unión podrá ser autorizada o denegada, si bien

el tubo deberá admitir este tipo de unión. Los accesorios para unión deben tener una resistencia acorde con la presión de trabajo de la instalación.

Las tuberías de PE no admiten unión por adhesivo, ni por rosca.

El fabricante deberá facilitar las instrucciones de montaje mediante unión mecánica para la unión de tubos de PE de diferentes MRS y SDR. Dichos montajes deberán ser conformes con los requisitos especificados en la tabla 5 de la norma UNE-EN 12201-5:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 5: Aptitud al uso del sistema, y, para ello, deberán aportar el certificado correspondiente.

La calidad del polietileno que se oferte debe ser de igual o superior a lo especificado en la siguiente tabla:

Tabla 22. Calidad del polietileno

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Resistencia a la tracción en uniones por fusión a tope	Tipo de rotura: dúctil	UNE-ISO 13953:2011
Resistencia a la propagación lenta de fisuras	Sin fallo durante el ensayo	UNE-EN ISO 13479:2023
Resistencia a la intemperie: -Tiempo de inducción a la oxidación -Alargamiento en la rotura -Resistencia hidrostática a 80°C	>= 20 minutos >= 350% Sin fallo	UNE-EN ISO 11357-6:2018 UNE-EN ISO 6259-1:2015 UNE-EN ISO 1167-1-2:2006
Resistencia a la propagación rápida de fisuras	Parada	UNE-EN ISO 13477:2008

En relación con las piezas especiales, existe una gran gama de ellas para este material, cuyas dimensiones normalizadas figuran en la norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

Los accesorios cumplirán las características establecidas por normativa respecto de sus dimensiones, tanto en las propias de los tubos como en las reducciones de diámetros.

Unión por soldadura a tope (de aplicación en este pliego).

Se seguirá lo indicado en la Norma UNE 53394:2018 IN Plásticos. Código de instalación y manejo de tubos de polietileno (PE) para conducción de agua a presión. Técnicas recomendadas.

No se soldarán a tope tubos o accesorios con espesores distintos.

Se deberán usar caballetes como soporte y guía de los tubos.

Las uniones deben tener la característica de resistencia a la tracción conforme al requisito indicado en la tabla 5 de la Norma UNE-EN 12201-5:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 5: Aptitud al uso del sistema, utilizando los parámetros especificados en la Condición 1 del anexo B de la Norma ISO 11414:2009, Plastics pipes and fittings - Preparation of polyethylene (PE) pipe/pipe or pipe/fitting test piece assemblies by butt fusion, reflejados en el punto 4.2.2.1 de la Norma UNE-EN 12201-5:2012 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 5: Aptitud al uso del sistema.

El fabricante debe declarar qué tubos de su gama de productos son compatibles entre sí para la fusión a tope.

En uniones por fusión a tope, se deben cumplir las características para la aptitud al uso en condiciones extremas indicadas en la tabla 2 de la Norma UNE-EN 12201-5:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 5: Aptitud al uso del sistema, debiendo declarar la aptitud al uso de sus tubos en condiciones extremas.

Tanto en unión por electrofusión como en unión por soldadura a tope será requisito indispensable soldar con dos abrazaderas correctoras de ovalación por tubo (cuatro por unión) y en el caso de la soldadura electrosoldable, es imprescindible que se realice el pelado de la tubería/ extremos machos mediante útiles que lo hagan de una manera homogénea. También será necesaria la limpieza mediante un limpiador específico para el PE. La máquina utilizada para la soldadura será una máquina automática con lápiz o scanner lector óptico.

Es recomendable que los instaladores que lleven a cabo la ejecución de los diferentes sistemas de unión e instalación dispongan de una cualificación adecuada.

3.3.35.3.5 *Flexibilidad*

Las tuberías de polietileno admiten curvaturas en frío, sin piezas especiales. El radio de curvatura es función del tipo de material y de la presión nominal del tubo. Es recomendable no realizar a 20 °C radios de curvatura R inferiores a los que se indican a continuación:

Tabla 23. Radios mínimo de curvatura a 20 °C

PN tubo	Temperatura	Radio mínimo R
		PE 100
6	20° C	40 x D _n
10	20° C	30 x D _n
16	20° C	20 x D _n

En cualquier caso, el fabricante certificará el radio mínimo de curvatura mínimo de su tubería a 20 °C.

Si la curvatura se realiza a 0 °C los radios de curvaturas indicados anteriormente se incrementarán 2,5 veces. Entre 0 °C y 20 °C el radio de curvatura puede determinarse por extrapolación lineal.

3.3.35.4 Características físicas y mecánicas

Previo a los ensayos a realizar, las probetas se acondicionarán a 23 ± 2 °C.

Las características mecánicas superarán los requisitos comprendidos en la tabla 3 de la UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.

Las características físicas superarán los requisitos comprendidos en la tabla 5 de la UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.

Deberá ser certificado por el fabricante o certificado de producto el ámbito de uso o limitación con respecto a la propagación rápida de fisuras.

3.3.35.5 Características químicas

En el caso que hubiera que evaluar la resistencia química del tubo, se clasificará de acuerdo con las Normas ISO 4433-1:1997, Thermoplastics pipes - Resistance to liquid chemicals - Classification - Part 1: Immersion test method, e ISO 4433-2:1997, Thermoplastics pipes - Resistance to liquid chemicals - Classification - Part 2: Polyolefin pipes.

3.3.35.6 Marcado

Los tubos irán marcados de forma indeleble, como mínimo por cada metro de longitud. Los tubos deben marcarse para el uso previsto mediante la utilización de los códigos adecuados de acuerdo al Informe Técnico UNE-CEN/TR 15438:2012 IN, Sistemas de canalización en plásticos. Guía para la codificación de productos y su aplicación.

- W para tubos destinados al transporte de agua para el consumo humano
- P para tubos destinados a saneamiento y alcantarillado a presión
- W/P para tubos con uso mixto.

El marcado aportará, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre o marca del fabricante
- Norma de referencia
- Dimensiones ($d_n \times e_n$)
- Serie SRD
- Uso previsto (W, P o W/P)
- Material y designación (PE)
- Clasificación de presión, en bar
- Información del fabricante. (en cifras o códigos claros, garantizando la trazabilidad del periodo de fabricación en años y meses y el lugar de producción, en caso de que el fabricante produzca en diferentes lugares).
- Tipo de tubo si procede
- Referencia al certificador si procede.

El marcado será permanente y legible sin aumentos. El marcado no provocará fisuras u otro tipo de defectos. No afectará a la legibilidad del marcado el almacenamiento, la exposición a la intemperie, la manipulación, la instalación y el uso en condiciones normales. El color de la información impresa será distinto del color básico del producto.

3.3.35.7 Accesorios

Se deberá cumplir lo especificado en la Norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

El material de polietileno de las piezas especiales deberá cumplir con lo especificado en la Norma UNE-EN 12201-1:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades, siendo las partes que soportan los esfuerzos fabricadas únicamente a partir de material virgen.

Otros materiales empleados en accesorios en contacto con el tubo de PE100 no deben afectar negativamente al comportamiento del tubo ni iniciar fisuración bajo esfuerzo.

Las partes metálicas deberán protegerse adecuadamente para evitar cualquier tipo de corrosión.

El color será negro.

Todos los accesorios dispondrán del correspondiente código de barras, para efectuar las soldaduras mediante lector óptico que facilite la trazabilidad de los parámetros de soldadura y de los componentes del accesorio, evitando así la manipulación de los datos de soldadura.

El voltaje de funcionamiento para estos accesorios está recogido en los datos del código de barras que leen las máquinas automáticas y que evita así la introducción de un voltaje incorrecto que pueda producir fallos en la soldadura o riesgos/peligros derivados.

Para estas tensiones de 40 V, o superior, no debe ser posible el contacto humano directo con las partes activas, durante el ciclo de fusión del accesorio, de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes de los accesorios y del equipo de unión, en su caso.

El acabado superficial de los terminales debe permitir una resistencia de contacto mínima para satisfacer los requisitos de tolerancia de la resistencia y deben estar aislados para evitar la oxidación.

Los conectores deben tener un diámetro de 4 mm.

Todos los accesorios serán unifilares, en el apartado de accesorios por embocadura se describen algunas particularidades para dimensiones.

Todos los accesorios tendrán testigos de soldadura, estos indicadores de fusión deben tener un recorrido determinado para una identificación clara y deben ser claramente visibles y distribuirse en una línea en la parte superior del accesorio.

Accesorios por embocadura

En el caso de los manguitos, en general, serán unifilares hasta 355 mm, y podrán ser bifilares a partir del diámetro 400 mm.

Los manguitos electrosoldables superiores a 400 mm deben disponer de un refuerzo activo que eviten los efectos de dilatación del accesorio durante el tiempo de soldadura y que ayuden a contraer el manguito durante el tiempo de enfriamiento reduciendo la tensión en la soldadura.

Los manguitos dispondrán de un perfil personalizado en la zona de la soldadura para mejorar la calidad de la misma.

Tendrán material extra en las áreas de carga máxima, mayor zona de soldadura (tanto la zona fría como la zona caliente) superior a lo especificado por norma, para mejorar el resultado final de la soldadura.

Menor espesor de pared en algunas secciones que dan una mayor flexibilidad al accesorio evitando la creación de burbujas de aire.

Accesorios por solape

Sistema de fijación. Los accesorios de electrofusión por solape deben incorporar de forma general, una sujeción inferior al tubo unida mediante tornillos, o un sistema de características mecánicas equivalentes. Para diámetros superiores a 250 mm se permitirá el uso de un útil especial para la fijación.

Cualquier sistema de fijación utilizado no requerirá llave dinamométrica para su apriete, a excepción de diámetros superiores a 315 mm en los que es útil poder incorporarlo para su instalación.

Sistema de perforación. Las tomas en carga deben disponer de un sistema que permita la perforación de la tubería base de polietileno sin interrumpir el servicio de agua en el caso de que la conducción esté en carga. Hasta diámetro 63 mm este sistema debe estar incorporado en la misma toma en carga y para salidas superiores a 63 mm el sistema de perforación vendrá incorporado en un equipo de perforación.

Estanquidad. Las tomas en carga estarán diseñadas y construidas de forma que, durante todo el proceso de perforación y puesta en carga, no se produzca fuga de agua detectable.

Accesorios extremo macho

Los accesorios con extremos macho dispondrán de una longitud suficiente que permita soldarlos tanto a tope como por electrofusión. Salvo piezas con diseños especiales los accesorios serán, en general, serán inyectados y para diámetros mayores podrán ser manufacturados. En el caso en el que se usen soldaduras para realizar accesorios manipulados, se tendrá en cuenta el coeficiente de reducción para el cálculo de la PN, tal como se indica en el Anexo B de la UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

Las salidas de las tomas en carga y tomas simples deben tener extremos macho conformes con el apartado 6.4, o enchufes de electrofusión conformes con el apartado 6.2 de la norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

El Director Facultativo de las obras decidirá el tipo de pieza y sistema de unión. En caso de poder escoger, se priorizarán los accesorios inyectados, en aquellas dimensiones que existan, frente a los accesorios manipulados.

Los accesorios manipulados se fabricarán a partir de tubos que cumplan la Norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios, mediante segmentos de tubo soldados a tope.

En los accesorios manipulados, los coeficientes de reducción de la PN del accesorio están en función de la forma geométrica del accesorio de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$PN_{\text{accesorio}} = fB \cdot PN_{\text{tubo}}$$

Siendo:

$PN_{\text{accesorio}}$ = Presión Nominal del accesorio manipulado.

fB = coeficiente de reducción.

PN_{tubo} = Presión Nominal del tubo.

Para los codos, el coeficiente será $fB = 0,8$. Para codos segmentados cuyo ángulo de corte $\beta \leq 7,5^\circ$ no hay reducción del coeficiente, o sea $fB = 1$.

Los codos curvados a partir de tubos, no tienen reducción del coeficiente, o sea $fB = 1$.

Para TEs manipuladas $fB = 0,6$.

Las dimensiones de los accesorios deben medirse de acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 3126:2005. Serán acordes con las tablas 1, 2 y 3 de la Norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, o bien las del anexo B de dicha Norma en caso de accesorios manipulados.

Las características físicas, químicas y mecánicas cumplirán lo especificado en la Norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

3.3.35.8 Marcado de los accesorios

Los elementos de marcado deberán imprimirse o marcarse directamente sobre el accesorio en los términos indicados en la Norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios, sin producir fisuras, ni otro tipo de defectos.

El marcado mínimo de los accesorios será:

- Número de la Norma: EN 12201 (*)
- Nombre y/o marca del fabricante
- Diámetro(s) exterior(es) nominal(es) del tubo, d_n
- Material y designación
- Serie SDR
- Presión nominal (*)
- Intervalo aplicable de SDR de tubos para fusión (*)
- Información del fabricante (periodo de fabricación, año y mes, en cifras o código, incluyendo nombre o código del lugar de producción si el fabricante fabrica en varios lugares)
- Uso previsto (W, P o W/P)

() Esta información puede imprimirse sobre una etiqueta adherida al accesorio o sobre una bolsa individual.*

Es imprescindible que el accesorio disponga de una etiqueta asociada/unida al mismo, con la información adicional relativa a las condiciones de fusión (voltaje, tiempos de fusión y de enfriamiento).

Los accesorios manipulados cumplirán lo especificado en el anexo B de la Norma UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

El fabricante del accesorio declarará el intervalo de SDR y los valores de MRS de los tubos conformes a la Norma UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos, a los que pueden unirse por fusión utilizando los mismos procedimientos para ajustarse a la Norma UNE-EN 12201-5:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 5: Aptitud al uso del sistema. Si existiese necesidad de una desviación en los procedimientos de fusión, el fabricante del accesorio debe indicarlo de forma clara.

3.3.35.9 Acopio

No se admitirán acopios de 6 meses sin protección, a partir del cual es necesario realizar un ensayo de estabilidad térmica (TIO) para comprobar su envejecimiento. Se deberá acreditar tiempo y lugar de acopio. (tiempo desde su fabricación...)

Cuando el suministro sea en rollos, éstos pueden ser almacenados en posición horizontal, unos encima de otros y en el caso de almacenarlos verticalmente se pondrá uno solo. Las barras se almacenarán en fardos flejados con zunchos de madera que soportarán el peso al ponerlos unos encima de otros, también pueden ser almacenadas sobre estantes horizontales, disponiendo del apoyo necesario para evitar su deformación.

Los tubos almacenados deben estar situados de forma tal que combustibles, disolventes, pinturas agresivas, etc. no entren en contacto con las mismas.

No se permite el almacenaje de tubos en zonas donde puedan estar en contacto con otras tuberías de vapor o de agua caliente debiéndose mantener separados de superficies con temperaturas superiores a 50 °C.

En el acopio, incluyendo el acopio en fábrica, de grandes diámetros se deberán instalar crucetas o discos en bocas de los tubos para que no se cierren sus extremos (evitar deformaciones).

3.3.35.10 Transporte

Los vehículos deben estar provistos de un plano horizontal llano, libre de clavos, cadenas y otros elementos que puedan dañar los tubos. Los tubos se acondicionarán sobre el vehículo sin utilizar cables metálicos ni cadenas que estén en contacto con los mismos. En posición vertical no se colocarán unos rollos encima de otros. Para que no se produzcan deformaciones no se debe poner durante el transporte otras cargas encima de los tubos.

Los camiones han de poder descargarse con camión pluma, en obra, por la parte superior del transporte.

No se admitirá el transporte de tubos anidados.

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

3.3.35.11 Documentación a aportar antes de recibir en obra el pedido

El Promotor/ Director de Obra podrá exigir a la empresa suministradora cuantos partes y documentos de control de fabricación estime oportunos (estadillos de control dimensional, actas de pruebas realizadas, certificados de calibración y verificación de los equipos de inspección, medición y ensayo, etc.), que se hayan producido a lo largo del proceso de realización de los tubos.

3.3.35.12 Embalaje, manipulación y transporte

El embalaje y transporte será realizado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, previamente aprobadas por el Promotor/ Director de Obra. Cada entrega irá acompañada de un albarán donde se indique el número y tipo de tuberías, manguitos, juntas y piezas especiales que componen el suministro. Se inspeccionarán uno a uno todos los elementos que componen el suministro, haciendo constar por escrito las incidencias que se observen.

El fabricante certificará el periodo máximo que puede permanecer el material embalado con el protector opaco expuesto a la radiación solar, indicando los condicionantes en cada caso.

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

El fabricante debe embalar y/o proteger las tuberías de PE100 contra posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas durante la manipulación, el transporte y el almacenaje.

La entrega de la tubería en obra, se realizará con camiones abiertos, salvo aceptación excepcional del Promotor/ Director de Obra del transporte en camiones cerrados por falta de disponibilidad, urgencia en el suministro u otros casos especiales.

3.3.35.13 Características técnicas específicas

La tubería se tendrá que fabricar con materia prima con Certificado de Producto conforme a la Norma UNE-EN 12201-1:2012, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades, certificado por organismos conformes a las normas europeas relativas a la certificación.

3.3.35.14 Plan de aseguramiento de la calidad

3.3.35.14.1 Generalidades

El Constructor/Proveedor deberá aportar Certificado de Producto del Fabricante, emitido por un organismo formalmente acreditado conforme a las normas europeas relativas a la certificación para los diámetros y presiones relativos a esta obra conforme a la norma UNE-EN ISO 12201-2:2012+A1:2020 o equivalente.

Para que este certificado de calidad se considere válido a los efectos de este pliego, deberá haber sido emitido por Organismo Acreditado conforme a la norma UNE-EN-ISO/IEC 17065:2012, Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios, (equivale a la antigua UNE-EN 45011). Esta acreditación deberá haber sido realizada por ENAC o por Organismos de Acreditación con los que ENAC tenga suscritos Acuerdos Multilaterales de Reconocimiento (MLA), y en el alcance de la misma deberá estar incluido el producto objeto del presente concurso.

El certificado de calidad deberá, asimismo, recoger expresamente el alcance de la certificación y ajustarse al contenido establecido en el artículo 7.7.1 de la norma UNE-EN-ISO/IEC 17065:2012, Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios, con un detalle de la tipología de tubería que ampara, desglose de DN, PN y centro de Producción.

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

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

3.3.35.14.2 Plan general de ensayos

A grandes rasgos, el Plan General de ensayos se basa en la definición de dos tipos de ensayos:

- Ensayos de autocontrol.
- Ensayos de contraste.

En este caso se definirán los ensayos de autocontrol, ya que se trata de unos ensayos específicos de las tuberías de polietileno:

Tabla 24. Ensayos tuberías de polietileno

ENSAYOS	FRECUENCIA
Aspecto	Cada 4 h / línea de extrusión
Diámetro exterior medio	
Espesor	
Espesor de las capas (solo para tubos coextruídos)	
Ovalación	
Diámetro interior de la bobina	Por período de fabricación, al comienzo del mismo
Alargamiento a la rotura	Por período de fabricación, mínimo una vez por semana
Índice de fluidez	Cada tres períodos de fabricación por clase
Tiempo de inducción a la oxidación o Estabilidad térmica (solo para tubos coextruído)	Semestralmente, por proveedor de materia prima sobre el tubo
Esfuerzo hidrostático a 20° 100 h	50 % de las clases fabricadas al año Nº mínimo de probetas: 2
Esfuerzo hidrostático a 80°C 165 h	Una vez al año por clase Nº mínimo de probetas: 2
Esfuerzo hidrostático a 80°C 1000 h	Una vez al año sobre una clase Nº mínimo de probetas: 2
Retracción longitudinal para e < 16 mm	Una vez al año por clase 3 probetas
Propagación rápida de fisuras (solo tubos coextruídos)	Cada 2 años por combinación de materiales
Propagación lenta de fisuras (solo tubos coextruídos)	1 vez al año por combinación de materiales
Delaminación (solo tubos coextruídos)	Observación visual después de cada ensayo

ENSAYOS	FRECUENCIA
Integridad de la estructura (solo tubos coextruídos)	Una vez al año por clase
Adhesión de revestimiento (solo tubos pelables)	Verificación antes de cada ensayo

Por defecto y como mínimo, se definirá un Plan General de Ensayos aleatorio que incluirá ensayos de contraste en laboratorio externo para verificar las propiedades de los tubos suministrados. Salvo que el Plan de Calidad específico concrete otra cosa, se realizarán, por cada 1.500 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o superior a 315 mm o por cada 3.000 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o inferior a 250 mm se ensayará, al menos, una característica mecánica (tracción o presión interna -80° 165h-) o químicas (dispersión de negro de carbono, tiempo de inducción a la oxidación o índice de fluidez) y se realizará un control dimensional. El Promotor/ Director de Obra se reserva el derecho de intensificar este plan de ensayos si lo considera oportuno y realizar ensayos complementarios en el laboratorio del fabricante.

No obstante, y si por razones de urgencia o de otro tipo, la tubería debe ser instalada a la máxima brevedad y los plazos ofrecidos por los laboratorios externos comprometen la programación de la obra, cabe la posibilidad (previo acuerdo con el Promotor/ Director de Obra y el propio fabricante) de realizar el plan de ensayos previsto para laboratorio externo, en el laboratorio interno del fabricante, en el que se aplicarán los criterios y frecuencias descritas en el párrafo anterior, para los ensayos de contraste en laboratorio externo, pero incrementando el número de características mecánicas ensayadas para cada referencia, a dos (en vez de una) y siempre, también, control dimensional. En todo caso, se priorizará la realización de ensayos en laboratorio externo.

3.3.35.14.3 Ensayos en fábrica y/o laboratorio externo

Salvo que el Plan Específico de Ensayos de la Actuación concrete otra cosa, se realizarán en laboratorio externo, por cada 1.500 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o superior a 315 mm o por cada 3.000 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o inferior a 250 mm se ensayará, al menos, una característica mecánica (tracción o presión interna -80° 165h-) o químicas (dispersión de negro de carbono, tiempo de inducción a la oxidación o índice de fluidez) y se realizará un control dimensional.

Los ensayos en laboratorio de fabricante se realizarán, al igual que en el laboratorio externo, por cada 1.500 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o superior a 315 mm o por cada 3.000 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o inferior a 250 mm se ensayarán, al menos, dos características mecánicas (tracción o presión interna -80° 165h-) o químicas (dispersión de negro de carbono, tiempo de inducción a la oxidación o índice de fluidez) y se realizará un control dimensional.

3.3.35.14.4 Ensayos a realizar

- Control de diámetros y longitudes, según datos declarados por el fabricante en la memoria técnica. UNE-EN ISO 3126:2005, Sistemas de canalización en materiales plásticos. Componentes de materiales plásticos. Determinación de las dimensiones.
- Determinación de la densidad, según UNE-EN ISO 1183-1:2019, Plásticos. Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares. Parte 1: Método de inmersión, método del picnómetro líquido y método de valoración.
- Determinación del contenido en negro de carbono, según ISO 6964:2019, Tuberías y accesorios de poliolefinas. Determinación del contenido en negro de carbono por calcinación y pirólisis. Métodos de ensayo.
- Dispersión del negro de Carbono, según ISO 18553:2002, Method for the assessment of the degree of pigment or carbon black dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds.
- Determinación de las propiedades de tracción, según UNE-EN ISO 6259-1:2015, Tubos termoplásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 1: Método general de ensayo, e ISO 6259-3:2015, Thermoplastics pipes - Determination of tensile properties - Part 3: Polyolefin pipes.
- Determinación del tiempo de Inducción a la oxidación - UNE-EN ISO 11357-6:2018, Plásticos. Calorimetría diferencial de barrido (DSC). Parte 6: Determinación del tiempo de inducción a la oxidación (OIT isotérmico) y de la temperatura de inducción a la oxidación.
- Determinación del índice de fluidez - UNE-EN ISO 1133:2012 (procedimiento A), Plásticos. Determinación del índice de fluidez de materiales termoplásticos, en masa (MFR) y en volumen (MVR). Parte 1: Método normalizado.
- Determinación de la Resistencia a Presión Interna - UNE-EN ISO 1167-1:2006, Tubos, accesorios y uniones en materiales termoplásticos para la conducción de fluidos. Determinación de la resistencia a la presión interna. Parte 1: Método general.
- Resistencia a la tracción soldaduras a tope según UNE EN ISO 13953:2011, Tubos y accesorios de polietileno (PE). Determinación de la resistencia a la tracción y tipo de fallo en probetas soldadas a tope.
- Decohesión según ISO 13955:1997/Amd 1:2020, Plastics pipes and fittings - Crushing decohesion test for polyethylene (PE) electrofusion assemblies - Amendment 1.

3.3.36 Tuberías de PVC orientado

3.3.36.1 Normativa y generalidades

Las tuberías de policloruro de vinilo orientado (PVC-O) cumplirán las especificaciones de la Norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Las juntas elastoméricas cumplirán lo especificado en la norma UNE-EN 681-1:1996, Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.

Los tubos se clasificarán de acuerdo a su presión nominal (PN) y a las series de los tubos (S).

Se entiende que, dado que se trata de agua de riego, la temperatura de uso será menor de 25 °C.

Se seguirán las recomendaciones presentes en la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión del CEDEX.

El promotor podrá inspeccionar en fábrica tanto los materiales como el proceso de fabricación y el control de calidad que realiza el fabricante. En caso de que existiera algún impedimento para llevar a cabo esta función inspectora por motivos de secreto industrial u otros, el fabricante estará obligado a manifestarlo por escrito en su oferta de suministro.

3.3.36.2 Términos y definiciones

En lo que respecta al presente Pliego de Prescripciones Técnicas para las tuberías de PVC-O, serán de aplicación las siguientes definiciones y símbolos referidos en la UNE-EN 17176-1:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 1: Generalidades.

Diámetro nominal (DN): En los tubos de PVC la designación genérica DN se refiere al diámetro exterior (OD). Para un mismo valor del DN los tubos admiten ser fabricados con distintos espesores, de manera que para una capacidad hidráulica determinada la resistencia mecánica del tubo sea variable. Dichas variaciones de espesor (para un valor fijo del DN) se obtienen modificando el diámetro interior (ID), manteniendo fijo el exterior (OD).

Serie (S): Relación entre el radio medio teórico (rm) y el espesor nominal (e).

Relación de dimensiones estándar (SDR): Relación entre el diámetro nominal (DN) y el espesor nominal (e).

Presión nominal (PN): Designación numérica de una componente de un sistema de canalización relacionada con las características mecánicas del componente empleado como referencia. Para los sistemas de canalización en materiales plásticos se corresponde con la presión hidrostática admisible, en bar para el transporte de agua a 20°C durante 50 años. La presión nominal de un tubo se deberá expresar de acuerdo a la norma UNE-EN 17176-1:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 1: Generalidades.

Presión de servicio admisible (PFA): Presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar en utilización continua (sin sobrepresión).

$$PFA = PN \text{ (temperatura agua menor de } 25 \text{ }^\circ\text{C)}$$

Presión de prueba en obra admisible (PEA): Presión hidrostática máxima que un componente recién instalado es capaz de soportar, durante un periodo de tiempo relativamente corto, con el fin de asegurar la integridad y estanqueidad de la conducción.

$$PEA = 1,5 \times PFA, \text{ con un máximo de } PFA + 5 \text{ bar}$$

Accesorio de PVC-O: Accesorio de poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O) fabricado mediante el estiramiento de material preformado de PVC-U bajo ciertas condiciones que mejoran su comportamiento mecánico.

3.3.36.3 Características generales

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

3.3.36.3.1 *Aspecto*

Las superficies internas y externas de los tubos deben ser lisas, limpias, exentas de ranuras, burbujas, cavidades, rechupes y otros defectos superficiales que alteren la funcionalidad del tubo.

La sección transversal de los tubos ante un corte no debe presentar grietas ni burbujas.

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

El color de los tubos debe ser azul y uniforme en todo el espesor de la pared, con tonalidad opaca que evite la penetración de la luz exterior.

3.3.36.3.2 *Presión nominal (PN)*

La clasificación de los tubos en función de su presión nominal será: 12,5 – 16,0 – 20,0 – 25,0 kg/cm².

3.3.36.3.3 *Densidad*

La densidad del tubo acabado, medida de acuerdo con la UNE-EN 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 2: Tubos, apartado 5.2.

La densidad del tubo a 23°C, cuando sea medida de acuerdo con la UNE-EN ISO 1183:2019, Plásticos. Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares, debe estar comprendida entre los siguientes límites:

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

3.3.36.3.4 *Opacidad*

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

3.3.36.3.5 *Marcado*

Los tubos deberán marcarse conforme a la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O), apartado 13.

3.3.36.3.6 *Resistencia mínima requerida*

La resistencia mínima requerida para el PVC-O, el valor requerido según la Tabla 1 de la UNE-EN 17176-1:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no

plastificado orientado (PVC-O). Parte 1: Generalidades, para la clasificación de material declarada por el fabricante (clase 315, 355, 400, 450 ó 500). La clase será la 500.

Tabla 25. Clasificación del material

Número de clasificación del material del tubo		315	355	400	450	500		
MRS	MPa	31,5	35,5	40	45	50		
	C ^a	1,6	1,6	1,6	1,4	1,6	1,4	1,6
δ_s	MPa	20	22	25	32	28	36	32

A Se puede utilizar un coeficiente de diseño (C) más elevado de acuerdo con la norma EN-ISO 12162

3.3.36.4 Características geométricas

3.3.36.4.1 *Diámetros*

El diámetro exterior nominal, el diámetro exterior medio y la ovalación se medirán de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 3126:2005 ERRATUM 2007, Sistemas de canalización en materiales plásticos. Componentes de materiales plásticos. Determinación de las dimensiones, y serán conformes con la Norma ISO 161-1:2018, Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Nominal outside diameters and nominal pressures - Part 1: Metric series. Las tolerancias del diámetro exterior medio deben de ser conformes con el grado C de la norma ISO 11922-1:2018, Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Dimensions and tolerances - Part 1: Metric series. Las tolerancias de la ovalación deben de ser conformes con el grado M de la ISO 11922-1:2018. El extremo liso destinado a utilizarse con las embocaduras deberá tener chaflán con las dimensiones y formas expresadas en la norma UNE-EN 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 2: Tubos.

3.3.36.4.2 *Espesor de la pared*

El fabricante proporcionará los espesores de pared.

El fabricante debe especificar las tolerancias del espesor de pared medio o, en su defecto, las indicadas por el grado W de la norma ISO 11922-1:2018.

El espesor de la pared nominal debe estar conforme a la norma UNE-EN 17176-2:2019.

3.3.36.4.3 *Longitud del tubo*

El fabricante declarará la longitud útil del tubo para cada DN suministrado.

Se valorará positivamente que aparezca marcado por el fabricante mediante una raya la longitud de tubería que deberá introducirse en la campana.

3.3.36.4.4 *Profundidad mínima de acoplamiento de las embocaduras integradas (copas)*

Para las embocaduras con junta de estanqueidad no se exige ningún espesor mínimo. Se considera más relevante verificar que la resistencia de las embocaduras sea, al menos, la misma que la del tubo, según el apartado 9.1.3 de la norma de referencia.

Para el PVC-O, la longitud del tubo, profundidad mínima de la embocadura, diámetro interior mínimo de la embocadura y la ovalación de ésta se deben ajustar a lo expuesto en la norma UNE-EN 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).

3.3.36.4.5 *Ovalación*

Es la diferencia expresada en milímetros entre los diámetros exteriores máximo y mínimo medios en una longitud de tubo de cuatro (4) metros y, por lo menos, a veinte (20) milímetros de distancia entre los extremos del tubo.

Las tolerancias de la ovalación deber ser conformes con el grado M de la Norma ISO-11922-1:2018.

3.3.36.5 *Características mecánicas*

3.3.36.5.1 *Resistencia mínima requerida (MRS)*

La resistencia mínima queda definida por el nivel de orientación de la estructura polimérica del PVC, tanto en dirección tangencial como en dirección axial.

La resistencia mínima requerida (MRS) debe ser igual o mayor de 50 MPa conforme a la Tabla 1 del apartado 6.3 de la norma UNE-EN 17176-1:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O)

3.3.36.5.2 *Resistencia a la presión interna de los tubos*

Los tubos resistirán sin reventar ni fugar el esfuerzo hidrostático inducido por la presión hidrostática interna durante 10 horas y a 20 °C y a 1000 h a 20 °C, conforme a la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua,

riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O), y en base al ensayo de las Normas UNE-EN ISO 1167:2006, parte 1 y 2, Tubos, accesorios y uniones en materiales termoplásticos para la conducción de fluidos. Determinación de la resistencia a la presión interna.

3.3.36.5.3 *Resistencia a la presión interna de los tubos con embocadura integrada*

Los tubos con embocadura integrada resistirán sin reventar ni fugar el esfuerzo hidrostático inducido por la presión hidrostática interna durante 10 horas y a 20 °C, y a 1000 h a 20 °C conforme a la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O), y en base al ensayo de las Normas UNE-EN ISO 1167:2006, parte 1 y 4, Tubos, accesorios y uniones en materiales termoplásticos para la conducción de fluidos. Determinación de la resistencia a la presión interna.

3.3.36.5.4 *Resistencia al impacto externo a 0°C*

Los tubos ensayados a impacto 0°C de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 3127:2018, Tubos en materiales termoplásticos. Determinación de la resistencia a choques externos. Método de la esfera de reloj. (ISO 3127:1994), tendrán un porcentaje real de roturas (TIR) no superior al 10% cuando se utilicen las masas indicadas en la tabla 6 de la norma UNE-EN 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 2: Tubos. El radio del percutor de impacto será de 12,5 mm.

3.3.36.5.5 *Rigidez anular*

La rigidez anular inicial mínima de los tubos determinada conforme a la Norma ISO 9969 deberá ser superior a 4 kN/m² en todos los timbrajes. Los valores mínimos en cada timbraje deberán ser los siguientes:

Tabla 26. valores mínimos timbraje tubería PVC-O

PRESIÓN NOMINAL	12,5 bar	16 bar	20 bar	25 bar
RIGIDEZ ANULAR (KN/m2)	4	5	10	16

3.3.36.5.6 *Capacidad de presión negativa*

La capacidad inicial mínima requerida a la presión negativa para los diferentes rangos de presión nominal deberá cumplir con lo definido en Anexo D de la Norma UNE-EN 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 2: Tubos.

3.3.36.6 Características fisicoquímicas

Respecto a las características físicas de los materiales la resina de PVC deberá tener un valor K ≥ 64 conforme a la Norma EN ISO 13229:2012, Sistemas de canalización en materiales termoplásticos para aplicaciones sin presión. Tubos y accesorios de poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Determinación del índice de viscosidad y el cálculo del valor-K. (ISO 13229:2010).

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

Tabla 27. Características a cumplir del tubo

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Temperatura Vicat del tubo base o tubo sin orientar.	≥ 80 °C Norma UNE-EN17176-2:2019 apartado 10 tabla 8	ISO 2507-1:2018
Ensayo de tracción axial ¹	≥ 48 MPa Norma UNE-EN17176-2:2019 apartado 10 tabla 8	UNE-EN ISO 6259-1:2015 ISO 6259-2:2015
Resistencia al diclorometano ¹ tubo base o tubo sin orientar	Sin ataque No deben considerarse como ataque los puntos aislados inferiores a 2 mm Norma UNE-EN17176-2:2019 apartado 10 tabla 8	UNE-EN ISO 9852:2018
Calorimetría diferencial de barrido (DSC) ¹	$T_B \geq 185$ °C o ≥ 180 °C en formulaciones basadas en CaZn o compuestos orgánicos Norma UNE-EN17176-2:2019 apartado 10 tabla 8	ISO 18373-1:2007
Conductividad térmica	0,14-0,18 Kcal / m. h. °C	UNE-EN 12667:2002
Coefficiente de dilatación lineal	8×10^5 m/m °C	UNE 53126:2014
Rugosidad absoluta (ka)	0,007 mm	
(1) El fabricante elegirá un método de prueba para el control de producción en fábrica, teniendo en cuenta la regulación nacional o la política interna de seguridad y salud. En caso de disputa, se utilizará el método DSC.		

El número de probetas a ensayar mínimo para el ensayo de tracción de tubos de DN mayores de 250 no será en ningún caso inferior a 8.

El valor K es una característica medible sobre la resina. El valor tiene que ser superior a 64.

3.3.36.6.1 *Características químicas*

Los tubos de PVC no deben contener más de 1 ppm de monómero de cloruro de vinilo determinado por medio de cromatografía en fase gaseosa con “espacio de cabeza” de acuerdo con el método de la Norma UNE-EN ISO 6401:2009, Plásticos. Poli (cloruro de vinilo). Determinación del cloruro de vinilo monómero residual. Método por cromatografía de gases.

3.3.36.7 *Materiales*

Los materiales básicos que constituirán los tubos de PVC son los siguientes:

- Resina/polvo de Poli (cloruro de Vinilo) técnicamente pura (menos del 1% de impurezas) de acuerdo a los términos expresados en la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).
- Aditivos, tales como lubricantes, estabilizadores, colorantes o modificaciones de las propiedades finales, que mejoren la calidad del producto. No deben añadirse sustancias plastificantes, ni utilizarse estos aditivos en cantidades tales que puedan dar lugar a elementos tóxicos, que puedan provocar crecimientos microbianos o perjudicar el proceso de fabricación, así como afectar desfavorablemente a las propiedades físicas, químicas, organolépticas o mecánicas del material, especialmente en los que se refiere a la resistencia a largo plazo y al impacto.

Los materiales que constituyan la tubería, una vez transformados, no deberán modificar sus características, ni ser solubles en el agua, ni darle sabor ni olor, ni debe afectar negativamente a la calidad del agua potable, debido a posibles usos agropecuarios.

Las características físicas del material que constituye la pared de los tubos en el momento de su recepción en obra serán las de la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).

Las tuberías de PVC se fabricarán en instalaciones especialmente preparadas con todos los dispositivos necesarios para obtener una producción sistematizada y con un laboratorio mínimo necesario para comprobar por muestreo al menos las condiciones de resistencia y valoración exigida al material.

3.3.36.7.1 *Aspecto, color y terminación*

Los tubos y accesorios deberán presentar su superficie (interior y exterior) lisa y una distribución uniforme de color en todo el espesor de la pared. Los extremos estarán cortados en sección perpendicular a su eje longitudinal, mediante un corte limpio. El extremo macho irá biselado y el extremo hembra terminará en una embocadura termoconformada donde irá incorporada una junta elastomérica.

El material de los tubos y la superficie de sus paredes interna y externa estarán exentos de grietas, arañazos, granulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo.

La rugosidad del tubo será menor o igual a la considerada en los cálculos del proyecto de referencia al cual irán destinados los tubos, a determinar por el promotor en cada caso.

Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar.

Los tubos deberán recepcionarse protegidos por un material opaco que los proteja de las radiaciones ultravioletas. El fabricante certificará el periodo máximo que puede permanecer el material embalado con el protector opaco expuesto a la radiación solar.

3.3.36.8 Sistemas de unión

Las uniones de los tubos a presión, y de éstos con sus accesorios, serán en todo caso con junta de estanqueidad elastomérica.

El sistema de unión entre tubos de PVC-O será entre el extremo liso de un tubo y la embocadura integrada (copa) del siguiente. La estanqueidad deberá quedar asegurada mediante la junta flexible de enchufe alojada en el interior de la copa.

No se admitirán uniones encoladas ni el uso de adhesivos o pegamentos.

Las juntas de estanqueidad podrán estar formadas por un doble anillo, el primero será de EPDM o caucho y será el encargado de lograr la estanqueidad, el otro será de polipropileno, cuya misión será otorgar rigidez a la junta haciendo que ésta forme parte integral de la tubería, tendrá dureza mínima IHRD 60±5 conforme la norma UNE-EN 681-1:1996+A3:2006, Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanqueidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.

Se admiten igualmente juntas de estructura de EPDM provista por segmentos plásticos de polipropileno embebidos en el EPDM resistiendo la extrusión de la junta.

El timbraje mínimo exigido en las uniones es el mismo que para el resto del tubo definido como su presión nominal.

El suministro de tubos deberá salir de fábrica con la junta instalada.

Además, las juntas elastoméricas no deberán contener agentes químicos que pudieran causar un efecto negativo en los tubos o accesorios y en la calidad del agua.

El material de las juntas de estanqueidad elastoméricas empleadas para las uniones de tubos debe ser conforme a la UNE EN 681-1:1996+A3:2006, Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanqueidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado, y debe estar conforme con la clase apropiada (clase dureza IHRD entre 50 y 60, conforme la norma UNE-EN 681-1:1996/A1/A2/A3:2006). Asimismo, la junta de estanqueidad no deberá tener ningún efecto desfavorable sobre las propiedades del tubo y no deberá afectar al conjunto de ensayo de forma que no se cumpla con los requisitos funcionales especificados en la UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).

Las dimensiones de las embocaduras para unión por junta elastomérica se corresponderán a lo especificado en la UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Sus características principales son

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

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. Además, estará exento de aceites o de grasas minerales.

Todos los elementos deberán permitir el correcto acoplamiento del sistema de unión para que éste sea estanco; a cuyo fin, los extremos de cualquier elemento estarán perfectamente acabados para que las uniones sean impermeables a lo largo de la vida útil de la conducción, sin defectos que repercutan en el ajuste y montaje de las mismas, evitando tener que forzarlas. En cualquier caso, la conducción se debe ajustar a la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).

El fabricante deberá presentar planos y detalles de las juntas y características de los materiales de éstas.

Los tubos de PVC se suministrarán con el tipo de extremo siguiente: Embocadura integral para junta elastomérica (en un extremo), para unión con ajuste suave en el otro.

En la elección del tipo de junta se tendrá en cuenta las solicitudes a las que va a ser sometida y la agresividad del terreno y del fluido y otros agentes que puedan alterar los materiales que forman la junta.

La unión integrada con junta elastomérica consistirá en una junta elastomérica de sellado localizada en la embocadura integrada en el tubo o accesorio. El elemento de sellado (la junta) se comprimirá para formar una unión resistente y hermética a la presión cuando el extremo macho del tubo o accesorio se inserte dentro de la embocadura. Los perfiles de la junta y de la embocadura dependen de los diseños individuales de los fabricantes. Las juntas a utilizar deben ser aquellas suministradas por el fabricante.

Las juntas de estanqueidad no deberán tener ningún efecto desfavorable sobre las propiedades del tubo. Las juntas serán diseñadas para resistir los esfuerzos mecánicos sin debilitar la resistencia de los tubos, no producir alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería, ser durables los elementos que la componen ante las acciones agresivas externas e internas y deben ser estancas en el intervalo de presión de uso del tubo con el límite de presiones para cada presión nominal definido en la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).

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

Los montajes con uniones con junta de estanqueidad elastomérica deberán cumplir la Norma UNE-EN 17176-5:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 5: Aptitud al uso del sistema.

Los montajes con uniones con junta de estanqueidad elastomérica con desviación angular se ensayarán según la norma UNE EN ISO 13845:2015, Sistemas de canalización en materiales plásticos. Juntas de estanquidad elastoméricas con conexión tipo anillo para su uso con tuberías de presión termoplásticas. Método de ensayo de estanquidad a presión interna y con desviación angular.

Las juntas tendrán marcado CE.

3.3.36.9 Marcado

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

- Si se utiliza el sistema de impresión, el color de la información impresa debe ser diferente del color base del tubo. El tamaño del marcado debe ser tal que sea fácilmente legible sin aumento.
- Marcado mínimo requerido:
- Norma de referencia: UNE-EN 17176:2019.
- Nombre del fabricante y/o marca comercial
- Material: PVC-O
- Diámetro exterior nominal x espesor de pared
- Presión nominal
- Información del fabricante: un nombre o código para la ciudad de fabricación (si el fabricante produce en diferentes lugares), el periodo de fabricación, año, en cifras o en código e identificación de la línea de extrusión, si procede.

3.3.36.10 Marcado de accesorios de PVC-O

Los elementos de marcado se deben imprimir o conformar 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.

MARCADO MÍNIMO EXIGIDO

El marcado mínimo exigido en los accesorios de PVC-O debe ser conforme con la siguiente tabla, extraída de la parte 3 de la Norma UNE-CEN/TS 17176-3:2022 EX, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 3: Accesorios.

Tabla 28. Marcado mínimo exigido en accesorios PVC-O

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: <ul style="list-style-type: none"> - 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. 	

MARCADO ADICIONAL

Los accesorios de PVC-O que se ajustan a la parte 3 de la Norma UNE-CEN/TS 17176-3:2022 EX, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 3: Accesorios, y que también cumplen otra norma o normas se pueden marcar de forma adicional con el número de las otras normas, junto con el marcado mínimo exigido por ellas.

3.3.36.11 Accesorios para tuberías

Los accesorios serán de acero, siempre provistos de adaptadores y juntas adecuadas para su conexión con los tubos de PVC-O. En el caso de seleccionar accesorios de PVC-O serán conformes a las prescripciones fijadas en los diferentes apartados de la parte 3 de la Norma UNE-CEN/TS 17176-3:2022 EX, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 3: Accesorios.

En todos los casos su resistencia a la presión interna deberá ser como mínimo igual a la del tubo a que se conecten.

Las juntas elastoméricas serán en función del tipo de accesorio conforme al siguiente cuadro:

Tabla 29. Juntas elastoméricas en función del tipo de accesorio

		Material de la junta
Accesorios de fundición	de	- EPDM
Accesorios de acero		- Doble anillo de EPDM y polipropileno (igual a la del tubo) - Estructura de EPDM y segmentos plásticos de PP - EPDM

En cualquier caso, las juntas de los accesorios garantizarán su completa estanqueidad y su dureza mínima será IHRD 60±5 conforme la norma UNE-EN 681-1:1996+A3:2006, Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado

La profundidad mínima del acoplamiento entre tubo y accesorios de diferente material al del tubo deberán ser comprobados conforme a las indicaciones del Anexo B incluido en la norma UNE-EN 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 2: Tubos. El resto de las dimensiones de las piezas quedarán definidas en el pliego de prescripciones técnicas de los elementos singulares de la red de riego, en el apartado 3.3.48 «Piezas especiales de calderería»

Lo ideal para garantizar la estanqueidad en las uniones entre tubo y los accesorios de acero o fundición es que el fabricante del accesorio proceda o haya procedido en el último año a realizar los pertinentes ensayos de prueba de estanqueidad conforme a la gama de accesorios a utilizar en la obra. A raíz del resultado satisfactorio de los ensayos se expedirá por el fabricante del accesorio el correspondiente certificado para conectar con la tubería.

El fabricante de la tubería deberá aportar su experiencia en el uso de los accesorios elegidos, debiendo aportar, en caso de disponerla, de cuanta documentación pueda probar el correcto funcionamiento de su tubería con los accesorios elegidos.

En caso de no disponer de certificado de los accesorios se deberá seleccionar una muestra de cada tipo y realizar la correspondiente prueba de estanqueidad. El ensayo consistirá en probar para cada diámetro, y durante una hora, la estanqueidad del conjunto tubo/accesorio/tubo a 1,1 veces la presión de nominal de la tubería sin posibilidad de fuga. Dichos ensayos deberán ser supervisados por una empresa de control de calidad externa contratada a tal efecto y, tanto el coste de los ensayos como el de la supervisión por la empresa de control de calidad, deberán ser abonados por el Contratista conforme al porcentaje de control de calidad firmado en el contrato de ejecución de las obras.

3.3.36.11.1 *Accesorios PVC-O con embocaduras integradas*

Los accesorios de PVC-O con embocaduras integradas deben ser conformes con el apartado 7.4 de la Norma EN 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 2: Tubos.

Para los extremos machos, se debe declarar la $h_{1,\min}$ y, para las embocaduras, la $l_{s,\max}$ y m_{\min} .

3.3.36.11.2 *Accesorios PVC-O con extremos lisos*

Los accesorios de PVC-O con extremos lisos deben ser conformes con el apartado 7.6 de la Norma EN 17176-2:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O). Parte 2: Tubos.

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

Para los extremos macho, se debe declarar la $h_{1,\min}$.

3.3.36.11.3 *Dimensiones recomendadas para accesorios de PVC-O*

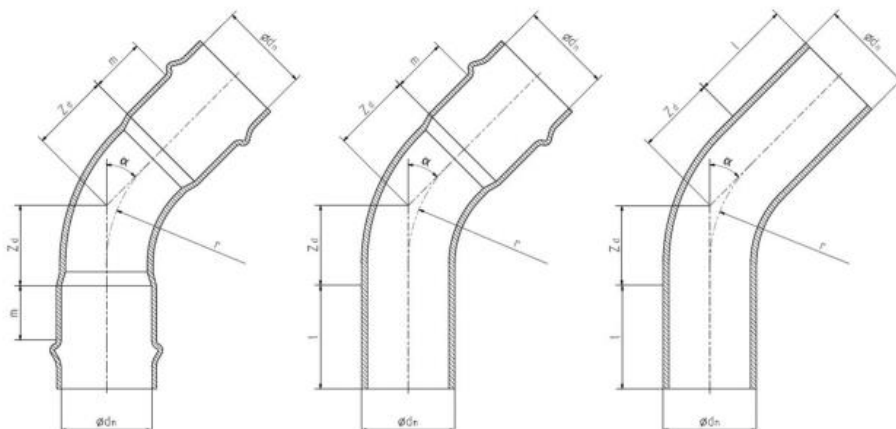
Generalidades

Este anexo proporciona las dimensiones geométricas preferentes con relación a las cotas de diseño, los radios de curvatura y los ángulos para los accesorios de PVC-O. Todas estas dimensiones están basadas en la Norma EN ISO 1452-3:2011, Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 3: Accesorios, y se deben incluir en el dossier de información técnica del fabricante.

Codos

La longitud mínima del extremo macho $h_{1,\min}$ debe asegurar la inserción total del extremo macho en la embocadura del tubo y debe ser declarado por el fabricante.

La siguiente ilustración muestra ejemplos de codos con sus dimensiones correspondientes.


Ilustración 1. Ejemplos de codos PVC-O

El radio mínimo de curvatura y las cotas de diseño mínimas para codos de PVC-O se especifican en la siguiente tabla:

Tabla 30. Radio mínimo de curvatura y cotas mínimas de montaje para codos

Medidas en milímetros

Diámetro nominal	Radio mínimo de curvatura	Cota mínima de diseño ^b					
		$Z_{d,min}$					
		ángulo (α)					
d_n	r_{min}^a	11°	22°	30°	45°	60°	90°
63	94	19	28	35	49	64	104
75	112	22	33	41	58	76	124
90	135	26	40	50	69	91	149
110	165	32	49	61	85	112	182
125	187	37	55	69	96	127	206
140	210	41	62	77	108	142	231
160	240	47	71	88	123	163	264
180	270	53	79	99	139	183	297
200	300	59	88	110	154	203	330
225	337	66	99	124	174	229	371
250	375	74	110	138	193	254	413
280	420	82	124	155	216	284	462
315	472	93	139	174	243	320	520
355	532	105	157	196	274	361	586
400	600	118	177	221	309	406	660
450	675	132	199	248	347	457	743
500	750	147	221	276	386	508	825
560	840	165	247	309	432	569	924
630	945	185	278	348	486	640	1 040

^a r_{min} se calcula según la fórmula: $r_{min} = 1,5 d_n$.

^b $Z_{d,min}$ se calcula según la fórmula: $Z_{d,min} = (1,5 d_n \times \tan \alpha/2) + 0,15 d_n$.

Reducciones

La longitud mínima del extremo macho $l_{1,min}$ debe asegurar la inserción total del extremo macho en la embocadura del tubo y debe ser declarado por el fabricante.

La siguiente ilustración muestra ejemplos de reducciones con sus dimensiones correspondientes.

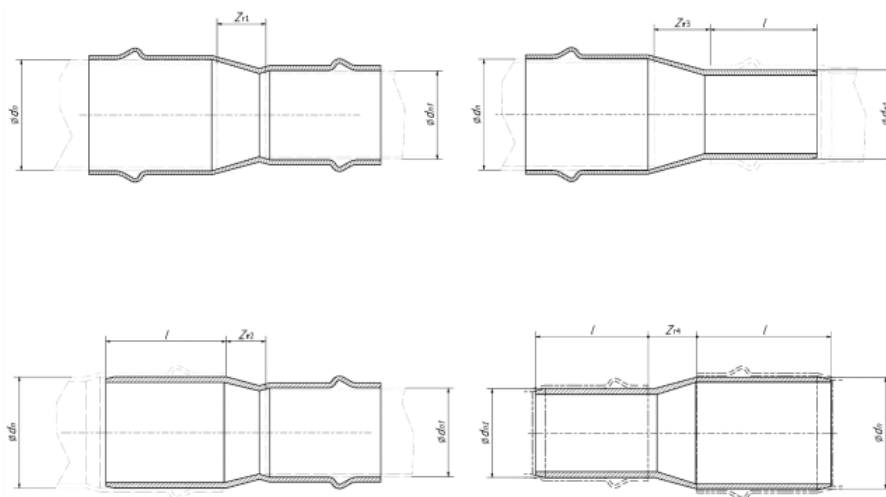


Ilustración 2. Ejemplos de reducciones PVC-O

Las cotas mínimas de diseño para las reducciones de PVC-O se especifican en la siguiente tabla:

Tabla 31. Radio mínimo de curvatura y cotas mínimas de montaje para reducciones

Medidas en milímetros

Diámetros nominales		Cotas mínimas de diseño		
d_n	d_{n1}	$Z_{r1, \text{min.}} / Z_{r4, \text{min.}}$	$Z_{r2, \text{min.}}$	$Z_{r3, \text{min.}}$
75	63	3	6	34
90	63	4	14	62
	75	4	8	41
110	75	5	18	79
	90	5	10	53
125	90	5	18	81
	110	5	8	47
140	90	7	25	109
	110	7	15	76
	125	7	8	50
160	110	7	25	113
	125	7	18	88
	140	7	10	62
200	140	10	30	137
	160	10	20	103

Medidas en milímetros

Diámetros nominales		Cotas mínimas de diseño		
d_n	d_{n1}	$Z_{r1, \text{min.}} / Z_{r4, \text{min.}}$	$Z_{r2, \text{min.}}$	$Z_{r3, \text{min.}}$
225	160	15	33	150
	200	15	13	81
250	160	20	40	168
	200	20	15	93
	225	20	10	47
315	200	25	45	215
	225	25	20	168
	250	25	15	121
355	225	30	50	243
	250	30	25	196
	315	30	20	75
400	250	35	55	280
	315	35	30	159
	355	35	25	84

Embocaduras dobles

La siguiente ilustración muestra un ejemplo de las embocaduras dobles típicas con sus dimensiones correspondientes.

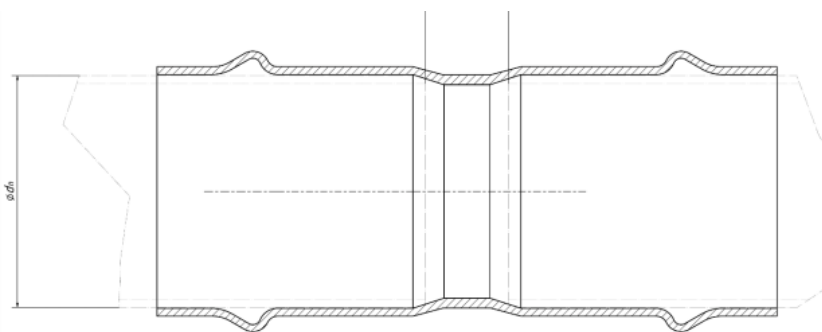


Figure C.3 - Embocaduras dobles típicas

Ilustración 3. Embocaduras dobles típicas PVC-O

La cota Z mínima para embocaduras dobles se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 32. Cotas Z para embocaduras dobles

Medidas en milímetros

Diámetro nominal de la embocadura	Cota Zc mínima	Diámetro nominal de la embocadura	Cota Zc mínima
63	2	250	8
75	3	280	8
90	3	315	8
110	4	355	8
125	4	400	8
140	5	450	8
160	5	500	8
180	5	560	8
200	6	630	8
225	7	-	-

3.3.36.12 Documentación a aportar antes de recibir en obra el pedido

Antes de recibir en la obra el pedido se aportará la siguiente documentación, a instancias del promotor:

- Resultados de comprobaciones y ensayos realizados a las tuberías de PVC para cada uno de los lotes suministrados.
- Ensayos respecto a los requerimientos de materiales expresados en el punto 5 de la Norma UNE-EN 17176:2019.
- Ensayos respecto a los requerimientos de los montajes con uniones con junta de estanqueidad elastomérica expuestos en la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O), incluyendo los ensayos de estanqueidad a largo plazo conforme a la norma ISO 13846:2001, Sistemas de canalización en materiales plásticos. Uniones y juntas resistentes o no al efecto axial para sistemas de canalización en materiales termoplásticos para conducción a presión. Método de ensayo de estanquidad a largo plazo con presión hidráulica interior.

3.3.36.13 Embalaje, manipulación y transporte

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

suministro. Se inspeccionarán uno a uno todos los elementos que componen el suministro, haciendo constar por escrito las incidencias que se observen.

El fabricante certificará el periodo máximo que puede permanecer el material embalado con el protector opaco expuesto a la radiación solar, indicando los condicionantes en cada caso.

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

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

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

La entrega de la tubería en obra, se realizará con camiones abiertos, salvo aceptación excepcional del promotor del transporte en camiones cerrados por falta de disponibilidad, urgencia en el suministro u otros casos especiales.

No se admitirán suministros a obra de tubos anidados.

3.3.36.14 Características técnicas específica

La empresa fabricante se encargará dentro de su control de calidad interno de llevar a cabo el ensayo de presión de rotura.

La presión de rotura de tubo a 20 °C, ensayado a continuación de la prueba de presión interna de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 1167-1:2006, Tubos, accesorios y uniones en materiales termoplásticos para la conducción de fluidos. Determinación de la resistencia a la presión interna. Parte 1: Método general, para las diferentes presiones de diseño de los tubos deberá ser superior a los valores de la siguiente tabla:

Tabla 33. Resistencia a presión interna tuberías PVC-O

PRESIÓN NOMINAL	12,5 bar	16 bar	20 bar	25 bar
PRESIÓN ROTURA	32 bar	38 bar	48 bar	60 bar

Se garantizarán los valores de rigidez anular inicial mínimos de la siguiente tabla determinada conforme a la Norma ISO 9969.

Tabla 34.Valores de rigidez anular inicial mínimos tuberías PVC-O

PRESIÓN NOMINAL	12,5 bar	16 bar	20 bar	25 bar
RÍGIDEZ ANULAR (KN/m²)	4	6	11	20

3.3.36.15 Plan de aseguramiento de calidad

3.3.36.15.1 Generalidades y definiciones

El Constructor/ Proveedor deberá aportar Certificado de Producto del Fabricante, emitido por un organismo formalmente acreditado conforme a las normas europeas relativas a la certificación para los diámetros y presiones relativos a esta obra conforme a la norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O), para los diámetros y presiones necesarios.

Para que este certificado de calidad se considere válido a los efectos de este pliego, deberá haber sido emitido por Organismo Acreditado conforme a la norma UNE-EN-ISO/IEC 17065:2012, Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios. Esta acreditación deberá haber sido realizada por ENAC o por Organismos de Acreditación con los que ENAC tenga suscritos Acuerdos Multilaterales de Reconocimiento (MLA), y en el alcance de la misma deberá estar incluido el producto objeto del presente concurso.

El Constructor/ Proveedor podrá ser requerido para aportar los ensayos realizados por el Fabricante y auditados por organismo formalmente acreditado conforme a las normas europeas relativas a la certificación para llevar a cabo la certificación de ISO 9001 para este sector, respecto a los requerimientos de los montajes con uniones con junta de estanqueidad elastomérica expuestos en la norma para los diámetros y presiones para los diámetros y presiones UNE-EN 17176 -5:2019, incluyendo los ensayos de estanqueidad a largo plazo conforme a la norma ISO 13846:2001, Sistemas de canalización en materiales plásticos. Uniones y juntas resistentes o no al efecto axial para sistemas de canalización en materiales termoplásticos para conducción a presión. Método de ensayo de estanquidad a largo plazo con presión hidráulica interior, o equivalente.

El certificado de calidad deberá, asimismo, recoger expresamente el alcance de la certificación y ajustarse al contenido establecido en el artículo 7.7.1 de la norma UNE-EN-ISO 17065:2012, Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios, con un detalle de la tipología de tubería que ampara, desglose de DN, PN y centro de Producción.

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

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

Ensayos de las materias primas

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

- Contenido de agua
- Densidad aparente

Ensayos del proceso de fabricación

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

- a) Cada 2 horas examen visual del aspecto general (acabado exterior e interior de la pared del tubo).
- b) Cada 4 horas pruebas dimensionales (diámetro exterior tubo, ovalización tubo, espesor tubo, bisel tubo, diámetro interior copa y longitud copa).

3.3.36.15.2 *Plan general y plan específico de ensayos*

El Plan de General de Ensayos para tuberías plásticas viene definido en el documento/ anexo adjunto denominado **“Plan de Aseguramiento de la Calidad para Tuberías Plásticas”**.

A grandes rasgos, el Plan General de ensayos se basa en la definición de dos tipos de ensayos:

- Ensayos de autocontrol.

- Ensayos de contraste.

Por defecto y como mínimo, se definirá un Plan General de Ensayos aleatorio que incluirá ensayos de contraste en laboratorio externo para verificar las propiedades de los tubos suministrados. Salvo que el Plan de Calidad específico concrete otra cosa se realizarán, por cada 1.500 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o superior a 315 mm o por cada 3.000 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o inferior a 250 mm y se ensayará, al menos, dos características mecánicas (tracción, impacto, rigidez, presión interna –a tubo o embocaduras-) y se realizará control dimensional.

El Plan Específico de Ensayos de la Actuación requerirá una definición específica del número y tipo de ensayos que se llevarán a cabo, especificando que propiedades mecánicas (2 al menos) se ensayan a cada referencia (DN/PN).

3.3.36.15.3 *Ensayos en fábrica y/o laboratorio externo*

Salvo que el Plan Específico de Ensayos de la Actuación concrete otra cosa, se realizarán en laboratorio externo, por cada 1.500 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o superior a 315 mm o por cada 3.000 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o inferior a 250 mm se ensayará, al menos, dos características mecánicas (tracción, impacto, rigidez, presión interna –a tubo o embocaduras-) y se realizará control dimensional.

Sólo si las circunstancias de ejecución y programación de la obra, así lo requieren, se podrá plantear realizarlos, en exclusiva, en el laboratorio de fábrica para agilizar los tiempos, siempre con el beneplácito del Promotor/ Director de Obra. Dichos ensayos deberán ser supervisados por empresa externa contratada expresamente por el Constructor para realizar dichas labores. La empresa de control de calidad deberá acreditar experiencia previa en la realización de dicho tipo de ensayos. Así mismo la Dirección de Obra estará autorizada a presenciar dichas pruebas. Se realizarán, al igual que en el laboratorio externo, por cada 1.500 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o superior a 315 mm o por cada 3.000 ml de referencia (DN/PN) de DN igual o inferior a 250 mm se ensayarán, al menos, dos características mecánicas (tracción, impacto, rigidez, presión interna –a tubo o embocaduras-) y se realizará control dimensional.

3.3.36.15.4 *Ensayos a realizar*

Control dimensional de tubo y embocadura:

Tal como se define en la Norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Polí(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).

Presión interna a tubo y/o a embocaduras:

Los tubos deben resistir sin reventamiento ni fuga el esfuerzo hidrostático inducido por la presión hidrostática interna cuando se ensaye de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 1167-1-2:2006, Tubos, accesorios y uniones en materiales termoplásticos para la conducción de fluidos. Determinación de la resistencia a la presión interna. y la Norma UNE-EN 17176:2019, Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).

Resistencia al Impacto:

Tal como se define en la Norma UNE-EN ISO 3127:2018, Tubos en materiales termoplásticos. Determinación de la resistencia a choques externos. Método de la esfera de reloj.

Determinación de las propiedades de Tracción:

Tal como se define en la Norma ISO 6259-2:2020, hermoplastics pipes - Determination of tensile properties.

Rigidez anular

Tal como se define en la Norma ISO 9969:2016, Tubos de materiales termoplásticos. Determinación de la rigidez anular.

3.3.36.15.5 *Determinación del plan de ensayos*

De manera general, el Plan General de Ensayos previsto para su realización en laboratorio recogerá, como mínimo, los controles indicados en la tabla que a continuación se adjunta:

Tabla 35. Controles según plan general de ensayos tuberías PVC-O

PARÁMETRO	REQUISITO	REFERENCIA	METODO DE ENSAYO
Control dimensional: - <u>Diámetro exterior</u> - <u>Espesor</u> - <u>Ovalación</u>	<u>DE: Grado C de norma ISO 11922-1</u> <u>Espesor: Según fabricante o, por defecto, Grado W de norma ISO 11922-1</u> <u>Ovalación: Grado M de norma ISO 11922-1</u>	<u>Punto 7.3</u> <u>UNE-EN 17176-2.</u>	UNE-EN ISO 3126
Control dimensional: - <u>Dimensiones de las embocaduras</u>	<u>Ver valores y tolerancias en norma de ref.</u>	<u>Punto 7.4 UNE-EN 17176-2 juntas de estanqueidad elastoméricas</u> <u>Punto 7.5 para uniones por encolado</u>	UNE-EN ISO 3126
Control dimensional: - <u>Extremos lisos de los tubos para las uniones con juntas elastoméricas.</u>	<u>Angulo mínimo de chafán (β):</u> $12^\circ \leq \beta \leq 15^\circ$	<u>Punto 7.6. Figura 1.</u> <u>UNE-EN 17176-2</u>	UNE-EN ISO 3126
Tracción uniaxial	Esfuerzo mínimo ≥ 48 MPa	<u>Punto 10 Tabla 4.</u> <u>UNE-EN 17176-2</u>	UNE-EN ISO 6259-1e ISO 6259-2
Resistencia al Diclorometano a una temperatura dada	Sin ataque en ninguna zona de la superficie de la probeta	<u>Punto 10. Tabla 8.</u> <u>UNE-EN 17176-2</u>	ISO 9852
Resistencia a presión hidrostática 20° C durante 10 h	Sin fallo durante el ensayo	<u>Punto 9.1 UNE-EN 17176-1</u>	UNE-EN ISO 1167-1 UNE-EN ISO 1167-2
Resistencia al impacto	Porcentaje Real de Roturas (TIR) $\leq 10\%$	<u>Punto 9.2 Tabla 6.</u> <u>UNE-EN 16176-2</u>	EN ISO 3127
Rigidez anular	Ver valores y tolerancias en norma de ref.	<u>Punto 9.3. tabla 7</u> <u>UNE-EN 17176-2</u>	EN ISO 9969
<i>Traducciones no literales extraídas de la ISO 11922-1: Grado C: Para todos los diámetros exteriores, la tolerancia será de $0,003 \cdot d_n$, redondeando a 0,1 mm, con un valor mínimo de 0,3 mm y un valor máximo de 2,00 mm; Grado W Ver tabla 6 de la ISO 11922-1. Para todos los valores de espesor mínimo superiores a 50 mm, la tolerancia será de $(0,1 \cdot e_{\text{min}} + 0,2)$ mm, redondeando a 0,1 mm; Grado M: La tolerancia será de $0,024 \cdot d_n$, redondeando a 0,1 mm, con un valor mínimo de 1,00 mm</i>			

3.3.37 Tubería de acero

3.3.37.1 Normativa y generalidades

Clasificación

Los tubos de acero se clasificarán por el diámetro nominal (DN), por el espesor nominal (e) y por el tipo de acero empleado (por el valor de su límite elástico).

Normativa aplicable

Los tubos de acero cumplirán las especificaciones establecidas en las siguientes normas vigentes:

- UNE-EN 10217-1:2019, Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 1: Tubos de acero no aleado soldados eléctricamente y

- soldados por arco sumergido con características especificadas a temperatura ambiente.
- UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para el consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.
 - UNE-EN 10025:2006, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.
 - UNE-EN 10289:2003, Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos a base de resina epoxi o resina epoxi modificada aplicados en estado líquido.
 - AWWA C210. Recubrimientos y revestimientos de epoxi líquido para tuberías y accesorios de acero para agua.
 - AWWA C222. Revestimientos y revestimientos de poliuretano para tuberías y accesorios de acero para agua.
 - DIN 30670: Revestimientos de polietileno de tuberías y accesorios de acero. Requisitos y ensayos.
 - Para el diseño de las piezas especiales se seguirá lo especificado en las normas: UNE-EN 10224:2003, AWWA C208: Dimensiones para accesorios fabricados en tubería de acero para agua y/o el Manual AWWA M11: Tubería de acero, guía para el diseño y la instalación.
 - UNE-EN ISO 9001: Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001).
 - UNE-EN ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001).

El procedimiento de soldadura de los tubos estará regulado por las siguientes normas:

Cualificación

- UNE-EN ISO 9606-1:2017, Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros. (ISO 9606-1:2012 incluido Cor 1:2012 y Cor 2:2013).
- UNE-EN ISO 15607:2020, Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Reglas generales. (ISO 15607:2019).
- UNE-EN ISO 15609:2020, Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Especificación del procedimiento de soldeo.
- UNE-EN ISO 15614:2018,. Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Ensayo de procedimiento de soldeo.

Control y ensayos

- Normas UNE-EN ISO 10675-1:2022, UNE-EN ISO 17636-1:2013, UNE-EN ISO 4136:2022, UNE-EN ISO 5173:2011, UNE-EN ISO 17638:2017, UNE-EN ISO 3452:2022 y UNE-EN ISO 17640:2019.

3.3.37.2 Términos y definiciones

Se especifica la tubería objeto de este pliego como tubería de acero lisa con soldadura helicoidal.

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones siguientes:

DIÁMETROS NOMINALES: En los tubos de acero el diámetro nominal (DN) se refiere al diámetro exterior (OD). Para un mismo diámetro nominal (DN) los tubos admiten ser fabricados en distintas gamas de espesores, de modo que, para una misma capacidad hidráulica, la resistencia mecánica del tubo sea variable. Dichas variaciones de espesor se obtienen por aumento o disminución del diámetro interior (ID), manteniendo constante el valor del diámetro exterior (OD=DN).

OVALACIÓN: Se calcula, en tanto por ciento, mediante la siguiente expresión (UNE-EN 10224:2003; Dmax y Dmin son los diámetros exteriores mayor y menor de la sección del tubo):

$$\text{Ovalación (\%)} = 100 \cdot (\text{Dmax} - \text{Dmín}) / \text{DN}$$

PRESIÓN NOMINAL (PN): El concepto de presión nominal en los tubos de acero solo se emplea en el caso de que se unan con bridas, en cuyo caso, el valor de PN corresponde a la máxima DP que la brida puede resistir.

3.3.37.3 Características técnicas generales y obligatorias

3.3.37.3.1 Características generales

Se especifica la tubería objeto de este pliego como: tubería de acero lisa de material S 275 JR, según norma UNE-EN 10025:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras, con soldadura helicoidal y fabricada según norma UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro, revestida interiormente con pintura epoxi alimentario según UNE-EN 10289:2003, Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos a base de resina epoxi o resina epoxi modificada aplicados en estado líquido, y/o AWWA C-210 vigentes de 400 micras, o pintura de poliuretano alimentario mínimo 200 micras según AWWA C-222 vigente de 500 micras, y exteriormente con polietileno extruido de 3 mm o poliuretano mínimo 200 micras de espesor o epoxi mínimo 400 micras de espesor según norma DIN 30670 vigente.

Tipo de extremos biselados y/o abocardados cilíndricos y/o abocardados esféricos según normas UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos

acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro y AWWA C-210 vigentes.

3.3.37.3.2 *Procedimiento de fabricación*

El tubo será conformado helicoidalmente partiendo de bobinas laminadas en caliente, y se radiografiarán de manera continua en el taller de soldadura (100 %).

Los tipos de extremos serán biselados y/o abocardados cilíndricos y/o abocardados esféricos, según normas UNE-EN 10224:2003 y AWWA C-210 vigentes (con limitación de holgura en campana según AWWA C206 vigente), con soldadura interior y exterior de 5 a 10 cordones de soldadura en ángulo según cálculo en norma AWWA M11 (preferiblemente a 45° con espesor de garganta de la suma del espesor de la tubería más la holgura entre tubos). Soldadura del tipo S.A.W. con electrodo celulósico y probada, como mínimo, al 70% por líquidos penetrantes, 20% por ultrasonidos y 10% por radiografía, o a determinar por el promotor.

La superficie interior de cualquier elemento será lisa, no pudiendo admitirse otros defectos de regularidad que los de carácter accidental o local que queden dentro de las tolerancias prescritas y que no representen merma de la calidad. La reparación de tales defectos no se realizará sin la previa autorización del promotor.

Los tubos y demás elementos de la conducción estarán bien acabados, con espesores uniformes y cuidadosamente trabajados de manera, que las paredes exteriores y especialmente las interiores queden regulares y lisas.

Todos los elementos de la conducción deberán resistir sin daños a todos los esfuerzos que estén llamados a soportar en servicio y durante las pruebas, y ser absolutamente estancos no produciendo alteración alguna en las características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas de las aguas, aun teniendo en cuenta el tiempo y los tratamientos físicos-químicos a que éstas hayan podido ser sometidas.

Las piezas especiales y tuberías deben construirse en taller, realizándose en obra el menor número posible de soldaduras.

El fabricante propondrá al promotor un plan completo de fabricación de las piezas, indicando el orden y modalidad de las soldaduras con objeto de evitar al máximo las tensiones residuales.

No podrá comenzar la fabricación sin la aprobación previa del promotor. El control que se realice sobre estos elementos deberá ser ejecutado por una empresa homologada, elegida por el promotor.

Las calificaciones que se exigen a las soldaduras son las 1 y 2 (XR 1) del Instituto Internacional de Soldadura, admitiéndose la calificación 3, siempre que no existan defectos lineales. Si en algún tramo la calidad de las soldaduras no resulta aceptable, de acuerdo con lo indicado anteriormente, el fabricante corregirá el defecto y la nueva inspección de comprobación correrá de su cuenta.

En una misma soldadura no se permitirá más de dos (2) correcciones por fallo de ésta, siendo obligado a volver a empezarla de nuevo.

En las soldaduras helicoidales o las que estén sometidas a esfuerzos de consideración, se verificará el control descrito en el apartado de Control de Calidad de este pliego.

Aparte de este control se ejecutará el siguiente:

- En taller se comprobará que los soldadores que intervengan en la ejecución dispongan de los correspondientes certificados de aptitud, extendidos por Organismo competente, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 9606-1:2017, Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros. Los gastos de estos certificados serán de cuenta del Suministrador.
- Se comprobará que la preparación de bordes y la ejecución de soldaduras se realiza en forma satisfactoria y de acuerdo con los planos y especificaciones.
- Se comprobará que los electrodos empleados son adecuados a los materiales a soldar y cumplen las condiciones del Código ASME II, Sección C y que se respetan las instrucciones de uso dadas por los fabricantes.
- Se examinarán visualmente la totalidad de los cordones, comprobando su aspecto y midiendo sus espesores.
- Se comprobará la calidad, exigiendo certificados de fábrica de las pinturas aplicadas.
- Se comprobará la correcta preparación de superficies antes de la aplicación de la pintura.
- Se comprobará la aplicación de las distintas capas y se medirán los espesores de pintura aplicados.

Control dimensional:

Se verificará un control unitario de tolerancias y dimensiones de acuerdo con los planos.

Acabado:

Se realizará un detenido examen de aspecto de los elementos terminados. Se cuidará especialmente que no existan irregularidades ni discontinuidad en las superficies en contacto con el agua, para evitar focos de oxidación.

Una vez comprobado y aprobado en taller la correcta ejecución de la tubería se procederá a levantar un certificado de aptitud con sello impreso en el tubo para poder ser transportado a obra.

3.3.37.3.3 *Características del material*

Los tubos se fabricarán en acero al carbono tipo S275 JR conforme la norma UNE-EN 10025. El acero empleado en la fabricación de los tubos y piezas especiales será dulce y perfectamente soldable.

La composición química de la colada del acero S275 JR usado en la fabricación de los tubos debe cumplir con lo especificado en la tabla siguiente:

Tabla 36. Composición química del análisis de colada para los tipos de acero S235 a S500

Designación simbólica	Designación numérica	Método de desoxidación ^b	C en % máximo para el espesor nominal del producto en mm			Si % máx.	Mn % máx.	P % máx. ^d	S % máx. ^{d e}	N % máx. ^f	Cu % máx.	Otro % máx. ^{g l}
			≤ 16	> 16 ≥ 40	> 40 ^c							
S235JR	1.0038	FN	0,17	0,17	0,20	-	1,40	0,035	0,035	0,012	0,55	-
S235J0	1.0114	FN	0,17	0,17	0,17	-	1,40	0,030	0,030	0,012	0,55	-
S235J2	1.0117	FF	0,17	0,17	0,17	-	1,40	0,025	0,025	-	0,55	-
S275JR	1.0044	FN	0,21	0,21	0,22	-	1,50	0,035	0,035	0,012	0,55	-
S275J0	1.0143	FN	0,18	0,18	0,18 ^h	-	1,50	0,030	0,030	0,012	0,55	-
S275J2	1.0145	FF	0,18	0,18	0,18 ^h	-	1,50	0,025	0,025	-	0,55	-
S355JR	1.0045	FN	0,24	0,24	0,24	0,55	1,60	0,035	0,035	0,012	0,55	-
S355J0	1.0553	FN	0,20	0,20 ⁱ	0,22	0,55	1,60	0,030	0,030	0,012	0,55	-
S355J2	1.0577	FF	0,20	0,20 ⁱ	0,22	0,55	1,60	0,025	0,025	-	0,55	-
S355K2	1.0596	FF	0,20	0,20 ⁱ	0,22	0,55	1,60	0,025	0,025	-	0,55	-
S460JR ^j	1.0507	FF	0,20	0,20 ⁱ	0,22	0,55	1,70	0,030	0,030	0,025	0,55	k
S460J0	1.0538	FF										
S460J2	1.0552	FF										
S460K2 ^j	1.0581	FF										
S500J0 ^j	1.0502	FF	0,20	0,20	0,22	0,55	1,70	0,030	0,030	0,025	0,55	k

a Véase el apartado 7.2.
b FN = no se permiten los aceros efervescentes; FF = acero totalmente calmado (véase 6.2).
c Para perfiles con espesores nominales > 100 mm, el contenido de C es por acuerdo, véase la **Opción 26**, capítulo 13.
d Para productos largos, el contenido en P y en S puede ser un 0,005% superior.
e Para productos largos, puede incrementarse el contenido máximo de S en 0,015% para mejorar la aptitud al mecanizado por acuerdo siempre que el acero se trate para modificar la morfología del sulfuro y la composición química contenga un mínimo del 0,002 0% de Ca, véase la **Opción 27**, capítulo 13.
f El valor máximo para el nitrógeno no aplica si la composición química presenta un contenido mínimo en Al total del 0,020% o, alternativamente, un mínimo del 0,015% de Al soluble en ácido o si están presentes otros elementos fijadores del nitrógeno en cantidades suficientes. En este caso, deben mencionarse en el documento de inspección los elementos fijadores del nitrógeno.
g Si se añaden otros elementos, estos deben mencionarse en el documento de inspección.
h Para espesores nominales > 150 mm: C = 0,20% máximo.
i Para espesores nominales > 30 mm: C = 0,22% máximo.
j Aplicable solo para productos largos.
k El acero puede presentar un contenido máximo en Nb del 0,05%, en V del 0,13% y en Ti del 0,05%.
l Para los elementos Ni, Cr y Mo, el valor máximo (%) está limitado a Ni = 0,42; Cr = 0,29 y Mo = 0,11.

En general, no se debe añadir ningún otro componente al acero, excepto elementos empleados para la desoxidación (tales como aluminio añadido a la colada). El niobio, vanadio y titanio pueden añadirse según lo indicado en la Norma UNE –EN 10025.

Las características mecánicas del acero S 275 JR empleado en la fabricación de los tubos serán las indicadas en la tabla siguiente:

Tabla 37. Características mecánicas del acero S 275 JR

Resistencia mínima a la tracción Rm (N/mm ²)		Límite elástico mínimo Lemín (N/mm ²) (e,mm)		Alargamiento mínimo en la rotura Amin (%)					
e≤3	3≤e≤40	e≤16	16≤e≤40	e≤1	1≤e≤1,5	1,5≤e≤2	2≤e≤2,5	2,5≤e≤3	3≤e≤4
430 a 580	410 a 560	275	265	14(L)1 2(T)	15(L)13(T)	16(L)14(T)	17(L)15(T)	18(L)16(T)	22(L)2 0(T)

Otras características técnicas de interés relativas a los materiales de fabricación de estos tubos son los valores de la densidad y del módulo de elasticidad, los cuales deben ser, respectivamente, 7.850 kg/m³ y 2,1x10⁵ N/mm².

3.3.37.3.4 *Características geométricas*

Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.

Tabla 38. Diámetros y espesores nominales de los tubos de acero

DN			Espesor nominal, e (mm)																								
Serie 1	Serie 2	Serie 3	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	4,0	4,5	5,0	5,4	5,6	6,3	7,1	8,0	8,8	10,0	11,0	12,5	14,2	16,0	17,5	20,0	22,2	25,0		
26,9		30,0																									
	31,8																										
	32,0																										
33,7		35,0																									
	38,0																										
	40,0																										
42,4		44,5																									
48,3	51,0																										
	57,0	54,0																									
60,3																											
	63,5																										
	70,0																										
76,1		73,0																									
88,9		82,5																									
	101,6																										
		108,0																									
114,3																											
	127,0																										
	133,0																										
139,7																											
		141,3																									
		152,4																									
		159,0																									
168,3																											
		177,8																									
		193,7																									
219,1																											
		244,5																									
273,0																											
323,0																											
355,6																											
406,4																											
457,0																											
508,0																											
		559,0																									
	610																										
	660																										
	711																										
	762																										
	813																										
	864																										
	914																										
	1.016																										
	1.067																										
	1.118																										
	1.168																										
	1.219																										
	1.321																										
	1.422																										
	1.524																										
	1.626																										
	1.727																										
	1.829																										
	1.930																										
	2.032																										
	2.134																										
	2.235																										
	2.337																										
	2.438																										
	2.540																										
	2.642																										
	2.743																										

Serie 1: Diámetros para los que las piezas especiales necesarias están normalizadas
 Serie 2: Diámetros para los que las piezas especiales necesarias no están normalizadas
 Serie 3: Diámetros para aplicaciones especiales para los que existen muy pocas piezas especiales normalizadas

El diámetro exterior, tendrá unas tolerancias permitidas de:

$$\pm (0,005d+1) \text{ mm, para diámetros exteriores entre 200 y 1000 mm.}$$

± 6 mm, para diámetros exteriores superiores a 1000 mm.

Las medidas del diámetro exterior medio deben realizarse utilizando un circómetro en el que se lea directamente el diámetro en función de la longitud de la circunferencia, con una precisión mínima de 0,1 mm.

Para tubos con espesor de pared mayor o igual a 0,01 dext, la diferencia de la forma circular no excederá del 1%, es decir, una ovalación máxima del 2%.

Los espesores de pared serán solicitados dentro del rango ofertado por el fabricante, siempre y cuando satisfagan lo prescrito en el documento de proyecto. Las tolerancias para los espesores de pared se adecuarán a lo detallado en la siguiente tabla:

Tabla 39. Diámetros y espesores nominales de los tubos de acero

Dext (mm)	Tolerancia (mm)
hasta 3 mm	+0,30-0,25
de 3 a 10 mm	+0,45-0,35
Más de 10 mm	-0,50

La longitud del tubo procedente de fábrica será generalmente de 13,5 m, pudiendo llegar hasta 16 m si se considera ventajoso para la ejecución, y debiendo ser el 90% de la cantidad de los tubos suministrados más largos que el 75% de la longitud de fabricación acordada entre el fabricante y el promotor, pero ningún tubo más corto que el 40% de la longitud de fabricación. La medida prescrita se cumplirá con una diferencia de ± 500 mm.

Salvo que, específicamente, se trate de tubos curvados, los tubos han de ser rectos, admitiéndose un defecto en su rectitud no mayor que el 0,20 % de su longitud.

En los pesos de los tubos, que serán detallados por el fabricante, serán admisibles las siguientes diferencias: +10/-3,5% para un tubo suelto o -1,75% para una carga de vagón de, por lo menos, 20 toneladas.

En relación con las piezas especiales, sus dimensiones no estarán normalizadas, sino que se determinarán en función de las necesidades del proyecto. No obstante lo anterior, en las normas: **UNE-EN 10224:2003**, **AWWA C208** y Manual **AWWA M11** se establecen unos valores para algunas tipologías específicas de piezas especiales que podrán emplearse.

3.3.37.3.5 Uniones

Los sistemas de unión de los tubos de acero podrán ser, a elección del promotor, alguno de los que se indican a continuación:

a) Uniones rígidas.

Uniones soldadas

La preparación y soldeo de las uniones debe realizarse según lo indicado en la norma UNE-EN ISO 15607:2020, Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Reglas generales, por soldadores cualificados de acuerdo con lo indicado en las normas UNE-EN ISO 9606-1:2017 Cualificación de soldadores. Soldero por fusión. Parte 1: Aceros. y UNE-EN ISO 15607:2020, Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Reglas generales. Según como sea la soldadura, estas juntas pueden, a su vez, ser de los siguientes tipos:

- A tope.
- Mediante manguito.
- Con embocadura (junta abocardada): cilíndrica o esférica según norma AWWA C-210.

Uniones con bridas

Cuando las tuberías lleven unión con bridas, éstas serán conformes con la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero.

Las juntas de estanquidad de las bridas serán de EPDM de dureza nominal 70 IRHD y conformes con la norma UNE-EN 681-1/A3:2006, Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.

Los tornillos serán de acero cincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015, Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino, y de métrica conforme a la norma UNE-EN ISO 4016:2023, Pernos de cabeza hexagonal. Productos de clase C.

Las tuercas serán de acero cincado de calidad 8 conforme la norma UNE-EN ISO

898-2:2013, Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 2: Tuercas con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino, y de métrica conforme a la norma UNE-EN ISO 4034:2013, Tuercas hexagonales normales, tipo 1. Producto de clase C.

Tanto tornillos como tuercas deberán ir provistos de arandelas de calidad 8 conforme a la norma UNE-EN ISO 887:2000/AC:2006, Arandelas planas para pernos, tornillos y tuercas métricos para usos generales. Plan general, y conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN ISO 7091:2000, Arandelas planas. Serie normal. Producto de clase C.

El espesor mínimo del revestimiento del cincado que debe tener la tornillería será de un mínimo de 25 micras (condiciones de servicio en exterior exigentes según UNE-EN ISO 2081:2018 Recubrimientos metálicos y otros recubrimientos inorgánicos. Recubrimientos electrolíticos de cinc con tratamientos suplementarios sobre hierro o acero).

b) Uniones flexibles: Uniones con enchufe y anillo elastomérico.

Pueden, no obstante, emplearse otros tipos de uniones, tales como juntas con manguito o juntas de expansión y contracción.

En cada instalación se especificarán los tipos de juntas que sean de aplicación, en caso de no hacerlo se emplearán uniones soldadas a tope.

3.3.37.3.6 *Revestimiento de la tubería*

Todos los tubos y piezas especiales de acero deben contar con un sistema de protección contra la corrosión tanto exterior como interior, que asegure la adecuada protección frente al medio en que se encuentre. El sistema de protección será mediante revestimientos.

La tubería de acero dispondrá siempre de una protección mediante revestimientos exteriores e interiores. En cualquier caso, se recomienda seguir lo especificado en el "Manual de corrosión y protección de tuberías" de AEAS (2001).

Los revestimientos exteriores e interiores deben recubrir uniformemente la totalidad de los contornos de la tubería, constituyendo superficies lisas y regulares, exentas de defectos (cavidades o burbujas). Deben estar bien adheridos al acero, no descascarillándose ni exfoliándose y siendo de secado rápido.

3.3.37.3.7 *Identificación y marcado*

Los tubos vendrán definidos por el tipo de acero, el diámetro exterior (mm) y el espesor (mm). El fabricante deberá suministrar información adicional sobre la presión de prueba (kg/cm²) y el peso del tubo (kg/m).

Los datos facilitados por el fabricante serán, al menos, los siguientes:

CERTIFICADOS DE MATERIALES, que incluirá lo siguiente:

- Tipo de acero.
- Número de colada.
- Composición química.
- Características mecánicas.
- Peso.

CERTIFICADO DE FABRICACIÓN, 3.1 EN 10204, que incluirá lo siguiente:

- Resultados de los ensayos mecánicos de cada lote.
- Resultados del análisis químico de cada colada.
- Certificación pruebas de presión interior.
- Certificado de tolerancias dimensionales.

LISTADO DE EMBARQUE (PACKINGLIST), que incluirá lo siguiente para cada tubo:

- Certificación de ensayos no destructivos realizados en soldadura.
- Longitud de cada tubo.
- Peso del tubo desnudo.
- Colada de acero del tubo.
- Espesor del tubo.

Los tubos vendrán marcados según la UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro, donde cada tubo y accesorio debe marcarse de manera legible mediante

estarcido u otro procedimiento de marcado indeleble. El marcado sobre el tubo no debe comenzar a más de 300 mm de uno de los extremos, con la siguiente información en la secuencia indicada:

- Nombre de fabricante o marca de identificación.
- Norma europea de referencia para la fabricación de los tubos, UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.
- Designación simbólica del acero utilizado.
- Espesor nominal (e mm)
- Diámetro nominal (DN mm)
- Presión normalizada en kg/cm²
- Un número de identificación, que permita la correlación del producto o unidad de suministro con los documentos relacionados.

3.3.37.3.8 *Piezas especiales*

Se colocarán piezas especiales en los puntos en que sean necesarias. La unión de las piezas especiales con las tuberías se hará con el mismo tipo de juntas usado en unión entre tuberías, o con cualquier otra que reúna las debidas garantías de funcionamiento a juicio de la Dirección de Obra. Si fuera necesario, por no ser el acople directo, se utilizarán piezas con gajos intermedias para conseguir dicha unión.

Todas las piezas especiales que sean de acero irán protegidas frente a la corrosión.

Las piezas especiales se fabricarán siempre en taller.

Para la ejecución de los codos y piezas especiales se deberá seguir, en cuanto a definición geométrica y cálculo, lo indicado en la norma AWWA C208, así como los valores de la UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro, y las recomendaciones del manual M11 de AWWA para tuberías de acero.

Las bridas deberán ser compatibles con la de los elementos de cierre, control y regulación de la red. Serán conformes con la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero.

3.3.37.3.9 *Banda termorretractil*

Como protección exterior anticorrosiva de las soldaduras hechas en obra en las tuberías de acero se utilizarán bandas termo-retráctiles.

Las bandas termo-retráctiles se suministran en rollos o en piezas pre-cortadas. El adhesivo estará protegido contra la suciedad mediante una lámina de polietileno desechable.

El material almacenado deberá permanecer en su caja original, no debiendo almacenarse más de cuatro (4) cajas en altura y no deberán exponerse a la luz solar directa, nieve, lluvia, polvo u otros elementos similares. Evitar almacenar el material por períodos prolongados y a temperaturas mayores de treinta y cinco (+35) °C o menores de veinte grados bajo cero (-20 °C).

Para su instalación se emplearán herramientas como la antorcha de propano con regulador, cúter, rodillo, guantes, trapo, pirómetro de contacto, disolvente (si fuese necesario).

Una vez instaladas las bandas, se comprobará lo siguiente:

- Que la banda se haya adherido por completo.
- Que el adhesivo ha fluido por ambos extremos de la banda.
- Que la superficie de la banda esté libre de defectos (comprobación con chispómetro).

3.3.37.4 *Características técnicas específicas y elegibles*

3.3.37.4.1 *Características del material*

Para la fabricación de la tubería se utilizará acero al carbono tipo S 275 JR conforme la norma UNE-EN 10025:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.

3.3.37.5 *Plan de aseguramiento de calidad*

3.3.37.5.1 *Generalidades y definiciones*

Será necesario que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por organismo autorizado o administración competente conforme con la norma UNE-EN 10224:2003+A1:2006, Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro, para los diámetros y espesores objeto del presente Pliego.

El proceso de producción estará sometido a un sistema de aseguramiento de la calidad conforme a la norma UNE EN ISO 9001:2015, Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos, y

estará certificado por organismo autorizado o administración competente.

Se realizarán las pruebas y ensayos en fábrica de los tubos, racores y accesorios de fundición dúctil conforme a las especificaciones de la norma UNE-EN 10224:2003+A1:2006, Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro.

3.3.37.5.2 *Control de materiales y fabricación*

Será necesario que el fabricante posea Certificado 3.1 según norma UNE-EN 10224:2003+A1:2006, Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro, para los diámetros y espesores objeto del presente pliego, garantizando que el material es conforme con la legislación vigente y lo especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas.

El revestido de epoxi cumplirá con las normas UNE-EN 10289:2003, Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos a base de resina epoxi o resina epoxi modificada aplicados en estado líquido, y/o AWWA C210.

El revestido de poliuretano cumplirá con la norma AWWA C-222 vigente.

En cualquier caso, el promotor podrá solicitar la realización los ensayos y/o comprobaciones que considere necesarias para garantizar el cumplimiento del presente pliego. Como mínimo se considerarán las establecidas a continuación:

El fabricante entregará de los materiales suministrados:

- Certificado de inspección tipo 3.1 de tubería desnuda, según la norma UNE-EN 10204:2006, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano.
- Ficha técnica del material ofertado.
- Certificado emitido por auditor independiente del fabricante que acredita el cumplimiento de la norma UNE-EN 10224:2003, Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano.
- Certificado emitido por auditor independiente de Declaración de prestaciones del fabricante que acredita el cumplimiento de la DIN 30670 para el revestimiento de polietileno en tuberías.
- Certificado emitido por auditor independiente de Declaración de prestaciones del

fabricante que acredita el cumplimiento de la UNE-EN 10289:2003, Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos a base de resina epoxi o resina epoxi modificada aplicados en estado líquido, y/o AWWA C-210 para el revestimiento de pintura epoxi en tuberías.

- Certificado emitido por auditor independiente de Declaración de prestaciones del fabricante que acredita el cumplimiento de la AWWA C-222 para el revestimiento de pintura de poliuretano en tuberías.
- Certificados, fichas técnicas y ensayos de los revestimientos.
- Marcado CE y declaración de prestaciones de la tubería según reglamento europeo 305/2011/UE.

Pruebas en fábrica y control de fabricación:

Las materias primas utilizadas en la fabricación de tuberías según esta especificación, deben ser ensayadas por el fabricante con las frecuencias establecidas para asegurar que cumplen con las especificaciones dadas en el momento de la compra. Cualquier material que no cumpla con las especificaciones estándares, debe ser rechazado inmediatamente.

Los tubos, piezas especiales y demás elementos de la tubería podrán ser controlados por el promotor durante el periodo de su fabricación, para lo cual aquel nombrará un representante que podrá asistir durante este periodo a las pruebas preceptivas a que deben ser sometidos dichos elementos de acuerdo con sus características normalizadas, comprobándose además dimensiones y pesos. Independientemente de dichas pruebas, el promotor se reserva el derecho de realizar en fábrica por medio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisas para el control perfecto de las diversas etapas de fabricación.

El fabricante avisará al promotor con quince días de antelación, como mínimo, del comienzo de la fabricación, en su caso, y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas.

El promotor, en caso de no asistir por sí o por delegación a las pruebas obligatorias en fábrica, podrá exigir al fabricante certificado de garantía de que se efectuaron, en forma satisfactoria, dichos ensayos.

Para los tubos de acero helicosoldado serán obligatorios los siguientes ensayos:

- **Ensayos químicos del acero**

Se realizarán ensayos para determinar la composición química del acero de los tubos, con la

frecuencia de una vez por colada. La metodología de los ensayos será la indicada en las normas UNE correspondientes del Comité Técnico CTN 36. Las muestras extraídas de los tubos cumplirán con lo especificado por la norma UNE-EN ISO 14284:2008, Aceros y fundiciones. Toma de muestras y preparación de las mismas para la determinación de la composición química, y las probetas se obtendrán en general, de las muestras utilizadas para los ensayos mecánicos.

- **Ensayos mecánicos del acero**

Estos ensayos se realizarán a temperatura ambiente entre diez (10) a treinta (30) grados, salvo el de resiliencia que se ejecutará a la temperatura que se indica en la norma UNE-EN 10025:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.

La frecuencia de los ensayos mecánicos en los tubos y en las piezas especiales será en general, como mínimo, de una prueba por cada lote de cien tubos.

- **Ensayo de tracción**

Se realizará de acuerdo con la metodología indicada en la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018, Materiales metálicos. Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Calibración y verificación del sistema de medida de fuerza, para determinar en el acero la Resistencia a tracción (R_m), el Límite elástico (R_e) y el Alargamiento en rotura (A). Frecuencia: una prueba por cada lote de cien tubos.

- **Ensayo de aplastamiento**

Se realizará de acuerdo con la metodología indicada en la norma UNE-EN ISO 8492:2014, Materiales metálicos. Tubos. Ensayo de aplastamiento, hasta alcanzar la altura de aplastamiento calculada mediante la expresión siguiente. Durante el ensayo no aparecerán grietas ni en el metal base ni en las soldaduras. Este ensayo no se realizará en los tubos soldados por arco sumergido.

$$H = \frac{(1 + C) \cdot e}{\frac{C + e}{D}}$$

Siendo:

H: altura de aplastamiento, en mm.

e: espesor del tubo, en mm.

D: diámetro exterior del tubo, en mm.

C: constante de valor 0,06.

Frecuencia: una prueba por cada lote de cien tubos.

- **Ensayo de resiliencia**

Se realizará de acuerdo con la metodología indicada en la norma UNE-EN ISO 148-1:2017, Materiales metálicos. Ensayo de flexión por choque con péndulo Charpy. Parte 1: Método de ensayo, para determinar la resiliencia del acero. Frecuencia: una prueba por cada lote de cien tubos.

- **Ensayos de los tubos y de las piezas especiales**

- **Examen visual**

Todos los tubos y las piezas especiales deberán someterse a un examen visual a fin de comprobar su aspecto general. A este respecto, se verificará la uniformidad de color en todos estos elementos, así como la lisura y regularidad de sus superficies interiores.

Cuando en este examen visual se observen pequeños defectos tales como incrustaciones, rebabas, pliegues de laminación, etc., podrán repararse mediante esmerilado o mecanizado, siempre y cuando el espesor del tubo reparado cumpla con lo especificado anteriormente. No se admitirán reparaciones que impliquen la deformación plástica del material.

- **Comprobaciones dimensionales**

Espesor:

El espesor de la pared de los tubos y de las piezas especiales será medido mediante instrumentación adecuada a juicio del promotor que, por ejemplo, podrá ser mecánica o ultrasónica y se realizará a intervalos regulares a lo largo de sus generatrices.

Diámetros:

El diámetro exterior de los tubos será medido mediante instrumentación adecuada a juicio del promotor como, por ejemplo, calibres, cinta métrica, plantillas, u otros útiles.

En el examen visual especificado anteriormente se comprobará que se cumple la tolerancia de la ovalación. En caso de duda se medirán los ejes mayor y menor mediante calibres a una distancia de cien milímetros (100mm) como máximo del extremo del tubo.

En cualquier caso, los equipos a utilizar deberán estar calibrados y tener una precisión de al menos un milímetro (1mm).

Longitud:

La longitud de los tubos será medida mediante instrumentación adecuada a juicio del promotor como, por ejemplo, cinta métrica. En cualquier caso, el equipo a utilizar tendrá una precisión de al menos cinco milímetros (5mm).

Rectitud:

La rectitud de los tubos, en general, se comprobará visualmente, salvo en los casos de duda en los que se hará que rueden por dos carriles o que giren alrededor de su eje con la ayuda de dos rodillos. En ambos casos la separación entre carriles y rodillos será, al menos, dos tercios de la longitud del tubo. En estas circunstancias se determinará el punto de máxima desviación respecto al eje del tubo, debiendo tal desviación ser menor que el límite fijado en el presente pliego: no mayor que el 0,20 % de su longitud.

- **Ensayo de estanquidad**

Todos los tubos se ensayarán a estanquidad previamente a la aplicación de los revestimientos, tanto interiores como exteriores. Frecuencia: todos los tubos.

Para las pruebas de estanquidad, los tubos se colocarán en una máquina hidráulica, asegurando la estanquidad en sus extremos mediante dispositivos adecuados. Se dispondrá de un manómetro debidamente contrastado y una llave de purga.

Al comenzar la prueba se mantendrá abierta la llave de purga, iniciándose la inyección de agua y comprobando que ha sido expulsada la totalidad del aire y que, por consiguiente, el tubo está lleno de agua. Una vez conseguida la expulsión del aire se cierra la llave de purga y se eleva regular y lentamente la presión hasta que el manómetro indique que se ha alcanzado la presión máxima de prueba.

La presión hidráulica se calculará mediante la expresión adjunta, con un valor máximo de siete (7 N/mm²).

$$P_p = \frac{2 \cdot e}{DE} \cdot S$$

Dónde:

P_p: Presión de prueba en el ensayo de estanquidad, en N/mm².

S: sesenta por ciento (60%) del Límite Elástico mínimo del acero, en N/mm².

e: Espesor nominal del tubo, en mm.

DE: Diámetro exterior del tubo, en mm.

Cuando así lo indique el promotor, el valor de la presión de prueba (P_p) antes indicado podrá ser sustituido por el menor de los dos siguientes:

- * $1,5 \times P_t$, siendo P_t la presión máxima de trabajo.
- * El calculado mediante la expresión anterior con un valor de S del ochenta por ciento (80%) del límite elástico mínimo del acero.

La presión hidráulica interior se aumentará de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de prueba (P_p), el cual se mantendrá constante durante el tiempo necesario para comprobar que no se producen pérdidas de agua de ningún tipo, lo que se verificará mediante la aplicación de líquidos penetrantes o cualquier otro procedimiento sancionado por la práctica y todo ello aprobado por el promotor. Los eventuales poros serán reparados y el tubo se probará nuevamente hasta que no se observe ninguna fuga.

Cuando las piezas especiales se obtengan por soldadura a partir de trozos de tubo, éstos deberán haber superado el ensayo de estanquidad. En cualquier caso, las soldaduras en las que no se haya realizado dicho ensayo, deberán ser verificadas, antes de la aplicación de cualquier revestimiento, por alguno de los siguientes ensayos no destructivos:

- Líquidos penetrantes
- Partículas magnéticas
- Ultrasonidos
- Corrientes inducidas
- Radiografías

La elección del tipo de ensayo será indicada por el promotor.

Se comprobará, mediante los correspondientes cálculos mecánicos, que los cordones de soldadura resisten una presión hidráulica de $1,5 P_t$.

- **Ensayos de las soldaduras**

Los ensayos a que habrán de someterse las soldaduras realizadas en los tubos y en las piezas especiales serán como mínimo los siguientes:

- Tracción.

- Doblado.
- No destructivos

Cuando los cordones de soldadura no superen los ensayos anteriores se procederá a su reparación y posterior repetición de los citados ensayos, así como al radiografiado del cien por cien (100%) de la reparación. Estas reparaciones únicamente podrán realizarse sobre soldaduras cuyos defectos no sean excesivos, debiendo cortarse aquellas otras cuya reparación suponga la eliminación de, por ejemplo, un veinte por ciento (20%) o más de la longitud total de la soldadura. En el caso de grietas, no podrán repararse aquellas cuya longitud sea igual o superior al ocho por ciento (8%) de la longitud de la soldadura, debiendo en tal caso cortarse la misma. En cualquier caso, sobre una misma soldadura no se permitirán más de dos reparaciones.

En los tubos con soldadura helicoidal por arco sumergido, en los que son aceptables soldaduras en las chapas que los conforman, no se permitirán reparaciones en las mismas, salvo aprobación expresa del promotor.

Cualquier reparación deberá ser notificada al promotor con la antelación suficiente y ésta podrá aceptar su ejecución o no, debiendo en el primer caso aprobar el método a seguir en dicha reparación.

Ensayo de tracción

Se realizará de acuerdo con la metodología indicada en la norma UNE-EN ISO 4136:2022, Ensayos destructivos de uniones soldadas en materiales metálicos. Ensayo de tracción transversal, para determinar la resistencia a tracción de las soldaduras.

La frecuencia de este ensayo será en general, como mínimo de una prueba por cada lote de cien tubos.

Ensayo de doblado

Se realizarán ensayos de doblado en los tubos soldados por arco sumergido, con un doblado a ciento ochenta grados (180°), de acuerdo con la metodología indicada en la norma UNE-EN ISO 5173:2001 ERRATUM:2011, Ensayos destructivos en soldaduras metálicas. Ensayo de doblado.

El diámetro "D" del mandril será cuatro (4) veces el espesor del tubo. Durante el ensayo no aparecerán grietas de longitud mayor de seis milímetros (6mm) en el metal base de la soldadura ni en la línea de fusión.

La frecuencia de este ensayo será en general, como mínimo, de dos (2) pruebas por cada lote de cien (100) tubos, una por el lado de la cara y otra por el de la raíz.

Ensayos no destructivos de las soldaduras

Las soldaduras deberán ser inspeccionadas mediante algunos de los siguientes ensayos no destructivos, de acuerdo con la metodología indicada en las normas que figuran para cada caso:

- * Radiográficos o fluoroscópicos (UNE-EN ISO 10675-1:2022, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Niveles de aceptación para los ensayos radiográficos. Parte 1: Acero, níquel, titanio y sus aleaciones).
- * Ultrasonidos (UNE-EN ISO 17640:2019, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo por ultrasonidos. Técnicas, niveles de ensayo y evaluación).
- * Líquidos penetrantes (UNE-EN ISO 3452-1:2022, Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales).
- * Partículas magnéticas (UNE-EN ISO 17638:2017, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo mediante partículas magnéticas).
- * Corrientes inducidas (ISO 10893-2:2011/A1:2021, Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 2: Ensayo automático mediante corrientes inducidas para la detección de imperfecciones de tubos de acero sin soldadura y soldados (excepto por arco sumergido). Modificación 1: Cambio de dimensiones de la muesca de referencia; cambio de criterios de aceptación).

El nivel de aceptación para los ensayos radiográficos será el B ó el C de los indicados en la norma UNE-EN ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. En los ensayos mediante líquidos penetrantes no deberán detectarse poros a juicio del promotor y en los de ensayos ultrasónicos, con partículas magnéticas y corrientes inducidas será el L4, según lo indicado en las normas ISO 10893-11:2011/A1:2021, Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 11: Ensayo automático mediante ultrasonidos del cordón de soldadura de tubos de acero soldados para la detección de imperfecciones longitudinales y/o transversales. Modificación 1: Cambio en la frecuencia del ensayo ultrasónico de transductores; cambio en criterios de aceptación, ISO 10893-3:2011/A1:2021, Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 3: Ensayo automático por flujo de fuga del perímetro completo de tubos de acero ferromagnéticos sin soldadura y soldados (excepto por arco sumergido) para la detección de imperfecciones longitudinales y/o transversales. Modificación 1: Cambio de dimensiones de la entalla de referencia (ISO 10893-3:2011/Amd 1:2019), e ISO

9034:1987, Hot-rolled structural steel wide flats - Tolerances on dimensions and shape.

Como mínimo, se realizarán inspecciones de las soldaduras en este porcentaje: al 70% por líquidos penetrantes, 20% por ultrasonidos y 10% por radiografía.

En las soldaduras helicoidales o las que estén sometidas a esfuerzos de consideración, se verificará el control que debe ser al cien por cien (100%) por gamma o radiografía.

Las calificaciones que se exigen a las soldaduras son las 1 y 2 (XR 1) del Instituto Internacional de Soldadura, admitiéndose la calificación 3, siempre que no existan defectos lineales. Si en algún tramo la calidad de las soldaduras no resulta aceptable, de acuerdo con lo indicado anteriormente, el fabricante corregirá el defecto y la nueva inspección de comprobación correrá de su cuenta.

En una misma soldadura no se permitirá más de dos (2) correcciones por fallo de ésta, siendo obligado a volver a empezarla de nuevo.

En el caso de emplear soldadura longitudinal-transversal con piezas no sometidas a esfuerzos de consideración se realizará:

- Sobre costuras longitudinales: al cien por cien (100%) por ultrasonidos y control gamma o radiografías en las zonas en que se localicen defectos apreciables.
 - Sobre costuras circulares: soldadas verticalmente girando progresivamente los tubos, control por muestreo con gamma o radiografía. El muestreo no será inferior, en principio, al veinte por ciento (20%) de la longitud total del cordón, incluyendo todos los cruces. En función de los resultados obtenidos, el muestreo podrá ampliarse hasta el cien por cien (100%).
 - Sobre costuras circulares soldadas "in situ": control por muestreo con gamma o radiografía. Se radiografiará el cien por cien (100%) del cordón.
- **Ensayos de control de los revestimientos**

Se realizarán ensayos de medida de espesor y ensayo de adherencia:

Ensayo de medida de espesor de película seca según SSPC-PA2. Frecuencia: todos los tubos.

Ensayo de adherencia según ASTM D4541. Frecuencia: 10 de cada 100 tubos.

Se realizarán, además, los ensayos recogidos (revestimiento interior y revestimiento exterior) según las normas AWWA C-210, AWWA C-222 y DIN 30670.

Como resumen de los ensayos obligatorios según la norma, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 40. Características mecánicas del acero

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.				

3.3.37.5.3 Criterios de control

Con carácter general, para garantizar objetivamente la conformidad de los tubos y piezas especiales de acero con soldadura helicoidal se deberá cumplir lo indicado a continuación:

- a) El fabricante tiene implantado un sistema de control de producción en fábrica conforme a los requisitos definidos por la UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.
- b) Se aportan informes de ensayo relativos a los parámetros solicitados. En estos casos, el fabricante deberá garantizar la correspondencia entre los informes de ensayo y los productos suministrados. Para tal fin, podrán emplearse códigos de lote, fechas de fabricación o cualquier otro elemento que garantice la trazabilidad del documento con el producto recibido.

- c) Los valores declarados en la documentación aportada por el fabricante cumplen con los requisitos de la actuación.

3.3.37.5.4 *Documentación a a portar antes de recibir en obra el pedido*

Documentación acreditativa del cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en este pliego:

- CERTIFICADO 3.1 de la tubería suministrada según la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.
- Certificado de producto emitido por entidad acreditada según la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.
- Certificado de cumplimiento de la norma UNE-EN 10289:2003, Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos a base de resina epoxi o resina epoxi modificada aplicados en estado líquido, y/o AWWA C210 vigente para el revestimiento interior, así como la ficha de producto de sistema bicomponente de Epoxi, así como la ficha de producto, y certificado de cumplimiento de la norma del aplicador.
- Certificado de cumplimiento de la norma AWWA C222 vigente para el revestimiento interior, así como la ficha de producto, y certificado de cumplimiento de la norma del aplicador.
- Certificado de cumplimiento de la norma DIN 30670 vigente para el aplicador, así como la ficha de productos.

En su caso, certificados equivalentes y declaración suscrita por el representante legal de la empresa acreditando las equivalencias de las normas internacionales que disponga el fabricante respecto a las normas descritas en el pliego y exigidas en España.

Toda la documentación técnica (o las partes esenciales de la misma) se entregará traducida al castellano.

3.3.37.5.5 *Ensayo de las conducciones en obra*

Las tuberías se probarán conforme a lo especificado en la norma UNE-EN 805:2000, Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes, y/o en la prueba de presión que establezca la Dirección Facultativa.

3.3.37.5.6 *Gestión ambiental en la fabricación*

El proceso de fabricación de la tubería y piezas especiales de acero deberá tener implementado y mantener un sistema de gestión ambiental basado en los requisitos de la norma UNE-EN ISO 14001:2015, Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso, y estará certificado por organismo autorizado o administración competente.

3.3.37.5.7 *Transporte a obra*

Los tubos se manipularán de forma que no sufran golpes o rozaduras.

Se recomienda el empleo de eslingas de cinta ancha, resistentes, recubiertas de caucho. Se prohíbe la suspensión del tubo por un extremo y la descarga por lanzamiento.

El transporte a obra de la tubería y piezas especiales de acero se realizará en camiones o en otro medio de transporte en los que el piso y los laterales de la caja estén exentos de protuberancias o bordes rígidos o agudos que puedan dañar a los tubos o a los racores.

Durante el transporte se garantizará 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.

En ningún caso y bajo ningún supuesto se permite el transporte desde la línea de producción hasta el acopio a pie de zanja de ningún tubo dentro de otro de diámetro superior (anidamiento), es decir, de forma telescópica, que pudiera dañar los revestimientos interiores / exteriores en las operaciones de anidado y desanidado.

Los cabezales con destino al taller de piezas especiales deberán ir protegidos convenientemente con film de plástico o sistema equivalente para impedir que el tratamiento de imprimación no sufra daños durante su manipulación, transporte y descarga.

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

El acopio de los tubos en obra se hará en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera.

3.3.37.5.8 *Suministro*

En el momento del suministro se inspeccionarán las tuberías y los accesorios para asegurar que están marcados correctamente, no presentan ningún tipo de daños y cumplen con todos

los requisitos del pedido.

3.3.38 Caudalímetros electromagnéticos

Los caudalímetros cumplirán como mínimo las siguientes características:

3.3.38.1 Diseño

- Cumplimiento de la Directiva 2014/68/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos a presión.
- Marcado CE.
- Cumplimiento de la Directiva 2014/35/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 del material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Recomendaciones OIML R 49 Contadores de agua para agua fría y caliente potable.
- Cumplimiento de la Directiva 2014/30/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 compatibilidad electromagnética.
- Cumplimiento de la 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 (Directiva MID).
- Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología.
- Cumplimiento de la Orden ICT/155/2020, de 7 de febrero, por la que se regula el control metrológico del Estado de determinados instrumentos de medida.
- Serán instrumentos del tipo Contadores para otros usos según la Orden ICT/155/2020: Contadores de agua fría para gestión del dominio público hidráulico, riesgo o cualquier otro fuera del definido para los contadores de agua limpia. Precisan de:

- .- Evaluación de conformidad según Directiva MID (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)
- .- Superar satisfactoriamente el Ensayo de resistencia a las partículas sólidas conforme a la Norma UNE-ISO 16399 Contadores de agua para riego.
- Errores máximos permitidos de conformidad con la Orden ICT/155/2020, de 7 de febrero, por la que se regula el control metrológico del Estado de determinados instrumentos de medida.
 - .- El error máximo permitido, positivo o negativo, sobre los volúmenes suministrados bajo caudales (Q) comprendidos entre el caudal de transición (Q2) y el caudal de sobrecarga (Q4) es del 2 %, ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$).
 - .- El error máximo permitido, positivo o negativo, sobre los volúmenes suministrados bajo caudales (Q) comprendidos entre el caudal mínimo (Q1) y el caudal de transición (Q2) es del 5 %, ($Q_1 \leq Q < Q_2$).
 - .- Deberá poder instalarse para funcionar en cualquier posición, a menos que se haga constar claramente lo contrario, y el contador debe probarse para cualquier posición del elemento móvil sin superar los errores máximos permitidos.
- Bridas PN 16 de caras planas. UNE-EN 1092-1:2019 Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero.
- Instalación y correcto funcionamiento sin necesidad de añadir tramos rectos estabilizadores aguas arriba o aguas abajo del equipo.
- Distancia máxima al convertidor 100 m (alimentado eléctricamente desde la estación de bombeo).

3.3.38.2 Sensor electromagnético

- Diseño: sensor magnético-inductivo provisto de sistema inteligente de identificación.
- Ejecución: amplificador separado del tubo mediante kit mural.

- Protección ambiental: IP 68.
- Alcance de medida máximo: a velocidad de flujo de 10 m/s.
- Alcance de medida mínimo: a velocidad de flujo de 0,20 m/s.
- Temperatura de trabajo: -5 a +70 °C.
- Electrodo de puesta a tierra y de medida: incorporado.
- Material del tubo de medida: acero inoxidable AISI 304.
- Material de las bridas y la carcasa: acero al carbono.
- Revestido interior de los tubos y bridas: goma dura NBR.
 - Recubrimiento exterior de cuerpo y bridas resistente a la corrosión para aplicaciones en entornos de clase C4 según Norma UNE EN ISO 12944-2:2018 Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 2: Clasificación de ambientes. (ISO 12944-2:2017)
- Pasacables: rosca M20x1,5.
- Certificado de calibración incluido

3.3.38.3 Convertidor electrónico con alimentación 230 VAC

- Conexiones mediante pasacables M20x1,5 y grado de protección IP67 (modelo compacto) o IP68 (modelo separado).
- Temperatura ambiente máxima de 60°C y de 70°C en el fluido. Precisión de medida mínima de 0,2%.
- Frecuencia de muestreo seleccionable.
- Pantalla LCD gráfica retroiluminada de contenido programable indicación de contador (total positivo o negativo, parcial positivo o negativo) en caracteres de altura mínima 8 mm, variable instantánea y banderas de estado.
- Salida analógica 4-20 mA, Salida digital de pulsos para caudal instantáneo (sólo positivo o ambos sentidos), Salida digital programable (pulsos, indicación de caudal

negativo o alarma acumulativa), Salida digital en frecuencia activa 0-10 kHz; Interfaz IrComm para comunicación con ordenador y software dedicado de programación, visualización/descarga de datos y actualización de firmware.

- Interfaz Serie RS485 con protocolo MODBUS RTU.
- Data-logger de proceso integrado con 4 Mb de memoria flash, apta para almacenamiento de hasta 200000 líneas de registro (Caudal instantáneo, dos contadores, fecha, hora y temperatura), con estructura de datos y frecuencia de registro programables.
- Memoria EEPROM de 64 kB para registro de autodiagnóstico, apta para almacenamiento de hasta 2000 líneas de datos (Fecha, hora, temperatura, código de error, intervenciones del usuario y modificaciones efectuadas), no programable, no desactivable ni reseteable por el usuario.
- Marcado CE y fabricado conforme a las directivas 2006/95/CE, 89/336/CEE de compatibilidad electromagnética y OIML R49-1:2013
- Autodiagnóstico con gestión de alarmas: fallo de excitación, tubería vacía en 4º electrodo, tubería vacía entre electrodos de medida, alta temperatura, alta tensión de alimentación, electrónica mojada.

3.3.38.4 Control de calidad

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001:2015, Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos, emitido por Organismo Autorizado.

- Requerir al fabricante una prueba de verificación (curva error-caudal), en un banco de ensayos homologado, conforme a la legislación vigente.
- Requerir al fabricante un ensayo de estanqueidad, en un banco de ensayos homologado, durante 10 minutos a una presión mínima de 16 bar.
- Requerir al fabricante un ensayo de resistencia a las partículas sólidas, en un banco de ensayos homologado, conforme a la legislación vigente.

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006. Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación

que lo acredite. En caso contrario, el adjudicatario aportará en el primer envío 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos de cada uno de los materiales que no posea el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del pliego.

El control del revestido se realizará conforme lo expuesto en el pliego para piezas metálicas

3.3.39 Caudalímetros de ultrasonidos

El Proyecto contempla la instalación de caudalímetros ultrasónicos sobre tubería de 900 y 1000 mm. de diámetro con las siguientes características:

- Caudalímetro por ultrasonidos para medida de velocidad, caudal y volumen en conducciones de agua con sección circular completamente llenas y flujos tanto positivos como negativos.
- Deberá emplear el principio de medida por tiempo de tránsito de muy alta resolución de tiempo, con procesamiento digital de señal de máxima fiabilidad y estabilidad (DSP).
- Las sondas van alojadas en portasondas de acero inoxidable insertos en un carrete.
- Serán del tipo “Contadores para otros usos”: Contadores de agua fría para gestión del dominio público hidráulico, riego o cualquier otro fuera del definido para los contadores de agua limpia. Precisan de:
 - Evaluación de conformidad según Directiva MID (**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).
 - Ensayo de resistencia a las partículas sólidas (**UNE-ISO 16399:2016**).

Características generales:

- Cantidad de haces de medida 4 haces, IE82P
- Diámetro de la conducción para DN 900 y DN 1000
- Rango de velocidad hasta 10 m/s.
- Electrónica Montaje mural
- Longitud máxima entre primario y electrónica: mínimo 100 m.

- Alimentación. 24 Vcc.
- Salidas 0-20 mA ó 4-20 mA.
- Técnica 4 hilos
- Indicación Con indicación local de lectura de flujo
- Grado de protección. Mínimo IP-55
- Precisión $\pm 1\%$ de la lectura entre el 10 y 100% del rango de medida
- Consumo máximo 25 VA
- Temperatura ambiental: -10°C $+50^{\circ}\text{C}$

Juego de sensores:

- Juego de sensores para configurar dos haces ultrasónicos de medida en un plano con espesor de pared hasta 30 mm.
- El juego consta de 4 sensores (dos parejas), que serán alternativamente emisores o receptores de los pulsos ultrasónicos.
- La disposición e instalación de estos sensores, una vez montados en la conducción o carrete, deberá ser conforme al Manual de montaje debiendo quedar alineados entre ellos con una precisión mejor que ± 10 . Una vez instalados debe rellenarse la ficha correspondiente que incluye dicho manual, y que recoge las principales dimensiones de ubicación de sensores, diámetros exactos la conducción, datos de alineación, etc., inclusive número de carrete si procede.

Las principales características de los sensores son las siguientes:

- Juego constando de 4 sensores para montaje sobre 4 aros roscados, inclusive estos.
- Protección IP68.
- Para espesor de pared máximo 30 mm.
- Material acero inoxidable 1.4301
- Presión de servicio hasta 16 bar.
- Temperatura de servicio -30°C $+70^{\circ}\text{C}$

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001:2015, Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos, emitido por Organismo Autorizado.

- Requerir al fabricante una prueba de verificación (curva error-caudal), en un banco de ensayos homologado, conforme a la legislación vigente.
- Requerir al fabricante un ensayo de estanqueidad), en un banco de ensayos homologado, durante 10 minutos a una presión mínima de 16 bar.

Requerir al fabricante un ensayo de resistencia a las partículas sólidas, en un banco de ensayos homologado, conforme a la legislación vigente.

3.3.40 Válvulas de compuerta

Las válvulas cumplirán la Directiva 2014/68/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos a presión Texto pertinente a efectos del EEE, y los requisitos de funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-2/A1:2004, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 2: Válvulas de seccionamiento. Las bridas cumplirán con la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero, y distancias entre caras opuestas conforme la norma UNE-EN 558:2022, Válvulas industriales. Dimensiones entre caras opuestas y dimensiones del centro a una cara de válvulas metálicas para utilizar en sistemas de canalizaciones con bridas. Válvulas designadas por PN y por clase.

La compuerta será guiada. La tuerca que une el eje de la válvula y la compuerta estará embutida en la compuerta.

El diseño del cuerpo será tal que permita desmontar y retirar el obturador sin necesidad de levantar aquél de la tubería. Asimismo, deberá ser posible sustituir los elementos de estanqueidad eje-etapa, o restablecer la impermeabilidad, con la conducción bajo presión, sin necesidad de desmontar el cuerpo ni el obturador, y en la posición de apertura total de la válvula.

La parte inferior del interior del cuerpo, en general, no debe tener acanaladuras, de forma que una vez abierta la válvula no haya obstáculo alguno en la sección de paso del agua, ni huecos donde puedan depositarse sólidos arrastrados por el agua.

Para PN 10, 16 y 25, el obturador, fabricado en fundición nodular, estará exteriormente recubierto de elastómero con purga de fondo. El cuerpo no llevará acanaladura en su parte inferior.

El cierre de la válvula se realizará mediante giro de la cabeza del husillo o eje en el sentido de las agujas del reloj, consiguiéndose la estanqueidad mediante la compresión del obturador con el perímetro interno del cuerpo.

El husillo girará y penetrará de manera recta y uniforme y funcionará correcta y suavemente, acorde a los esfuerzos en la apertura y cierre de la válvula.

El roscado del husillo en la zona de maniobra será mecanizado o forjado de forma trapecial y en la longitud suficiente para asegurar que los obturadores puedan elevarse hasta conseguir el paso directo: es decir, dejando libre, en posición de abierta, la totalidad de la sección del paso del fluido. La sección de paso debe ser como mínimo el 90% de la correspondiente al DN de la válvula, debiendo mantenerse en la reducción de sección perfiles circulares sin que existan aristas o resaltos.

La cabeza o corona del husillo, donde se aplica el elemento de maniobra formará una sola pieza con el resto del husillo. Se rebajará y mecanizará de forma que la parte superior resulte de sección cuadrada para recibir el elemento de maniobra.

El enlace a la conducción se realizará mediante bridas. Las bridas formarán ángulo recto con el eje de la parte tubular del cuerpo y serán concéntricas con éste. Las bridas estarán taladradas y los orificios de los tornillos estarán distribuidos uniformemente en un círculo concéntrico con el eje de paso.

En el caso de la unión con bridas, esta se realizará intercalando un carrete de anclaje por un lado y un carrete de desmontaje por el otro.

En la zona de fricción entre eje y tapa deberán existir, al menos, dos juntas de estanqueidad.

Se instalará una junta deslizante entre el husillo y la parte superior de la tapa que evite la entrada de materias extrañas.

El par de ensayo deberá ser como mínimo el triple del valor del par de estanqueidad señalado anteriormente y nunca podrá ser inferior a 300 Nm.

La calidad de los materiales será igual o superior a lo especificado a continuación.

Cuerpo: fundición dúctil EN GJS500 (GGG-50), según la norma UNE-EN 1563:2019, Fundición. Fundición de grafito esferoidal.

Eje: Acero inoxidable X20Cr13 (AISI 420) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables, con la rosca laminada en frío.

Empaquetadura: sellado superior de NBR, 2 juntas tóricas internas NBR y 2 juntas tóricas externas alojadas en un cojinete de Nylon 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, Fundición. Fundición de grafito esferoidal, 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.

Revestido:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008, Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados después de eliminar totalmente los recubrimientos anteriores. (ISO 8501-1:2007).
- Pintura epoxy espesor mínimo 250 micras de poliuretano alifático

El cuerpo, la tapa, el tejuelo y la prensa, serán de fundición, así como el disco, que irá guarnecido por ambas caras con aros de bronce.

Pares máximos de maniobra:

Las válvulas deben cumplir con los siguientes pares máximos de maniobra, a presión nominal, según DIN 3230 apartado 2 (accionamiento mediante volante):

DN	50	40 Nm
	65	60 Nm
	80	60 Nm
	100	80 Nm
	125	80 Nm

150	80 Nm
200	120 Nm
250	180 Nm
300	200 Nm

Si el fabricante posee Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074-2/A1:2004. Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 2: Válvulas de seccionamiento, y el Certificado 3.1b conforme la norma UNE-EN 10204:2006. Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos, no será necesario realizar un control de calidad de las válvulas, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite.

En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado. Además, el fabricante aportará 1 unidad completas por cada 25 suministradas de cada tipo de válvula de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios realizará los ensayos, conforme la norma UNE-EN 1074, para garantizar el cumplimiento del pliego.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas especiales en calderería (Epígrafe 3.3.48).

3.3.41 Válvulas de mariposa

Las válvulas de mariposa deben cumplir con los requisitos de funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-2/A1:2004, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 2: Válvulas de seccionamiento. Las válvulas de mariposa cumplirán las siguientes especificaciones:

- Distancia entre caras según la norma UNE-EN 558:2022, Válvulas industriales. Dimensiones entre caras opuestas y dimensiones del centro a una cara de válvulas metálicas para utilizar en sistemas de canalizaciones con bridas. Válvulas designadas por PN y por clase.
- Serán de eje horizontal, centrado en la mariposa con anillo envolvente.
- El accionamiento será en función del diámetro nominal de la válvula. Para válvulas menores de DN 1.000 el accionamiento será mediante desmultiplicador motorizable,

- mientras que para DN 1.000 o mayor será mediante motor reductor. Todas las válvulas tendrán prolongación del cuello de la válvula hasta la superficie.
- El accionador (motor reductor para DN 1.000 o mayor) será compatible para poderle alimentar con un grupo electrógeno directo y poseerá un mando local integrado en las válvulas enterradas.
 - El desmultiplicador, con caja de señalización de fin de carrera, tendrá un grado de protección IP-68 (para inmersión continua en agua a una profundidad de 10 metros), conforme a la norma UNE-EN 60529:2018, Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
 - El acoplamiento entre bridas será conforme a la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bidas de acero, PN 16. Cuerpo con bridas caras planas.
 - La pletina para acoplamiento del actuador será conforme a UNE-EN ISO 5211:2018, Válvulas industriales. Conexión de válvulas con actuadores de giro parcial. (ISO 5211:2017).

Los materiales de las válvulas serán de calidad igual o mayor de lo especificado a continuación.

Cuerpo: fundición nodular ASTM gr 60.40.18/ EN-JS1030 (EN-GJS 400-15, GGG-40), conforme la norma UNE-EN 1563:2019, Fundición. Fundición de grafito esferoidal.

Eje de accionamiento: centrado de acero inoxidable, X30Cr13 conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables, (ASTM A 276 gr 420/AISI 420/14.029).

Mariposa: acero inoxidable, X2CrNiMo17-12-3 conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables, (ASTM A 351 gr.CF8M/ AISI 316/1.4408).

Lenticular, centrada y simétrica respecto al eje de giro. Tendrá el mismo nivel de estanqueidad en las dos direcciones de flujo. La mariposa estará unida al eje mediante un mecanizado interno y no con pasadores exteriores que estén en contacto con el agua.

Anillo: EPDM para agua potable. Continuo no vulcanizado al cuerpo y coincidente en forma, con un acanalado interior de la válvula que sirve de cuna al anillo.

Junta tórica: caucho nitrílico NBR dureza IRHD70, conforme la norma UNE-EN 681-1:1996/A3:2006, Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.

Cojinete: PTFE (politetrafluoruro de etileno) conforme la norma BS3G 210, cargado sobre soporte de acero.

Tornillería: acero inoxidable A2-70.

Revestido de las válvulas, desmultiplicadores y protectores del eje de tensión:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½ , conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008, Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados después de eliminar totalmente los recubrimientos anteriores. (ISO 8501-1:2007).
- Pintado: Pintura epoxy espesor mínimo 150 micras de poliuretano alifático

Si el fabricante posee Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074-1:2001. Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 1: Requisitos generales, y el Certificado 3.1b conforme la norma UNE-EN 10204:2006. Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos, no será necesario realizar un control de calidad de las válvulas, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite.

En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado, realizará los ensayos, conforme la norma UNE-EN 1074-2:2001. Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 2: Válvulas de seccionamiento, cumplirá con las especificaciones recogidos en el pliego de Prescripciones Técnicas.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas especiales en calderería (Epígrafe 3.3.48).

3.3.41.1 *Accionamiento motorizado*

El empleo de sistemas de accionamiento motorizado en compuertas, válvulas de mariposa o cualquier otro elemento de obturación o regulación será obligado cuando se prevea mando a distancia; también cuando la carrera total del obturador exija un número de vueltas del volante superior a 100 (salvo emergencias o mantenimiento).

La motorización de los órganos de cierre será eléctrica, siendo posible el accionamiento manual sin necesidad de montar ninguna pieza en el mecanismo. La carcasa será estanca al chorro de agua y al polvo fino. El motor tendrá una protección mínima IP-68 y aislamiento clase F.

Como elementos de seguridad y características incorporarán los siguientes sistemas:

- Contacto limitador de par (ambos sentidos)
- Contacto fin de carrera regulables
- Interruptor de protección térmica del motor
- Resistencia de caldeo en la caja de contactos.
- Estarán dimensionados para el servicio todo o nada.
- La velocidad de salida de 4 hasta 180 rpm/min (50Hz)
- Motor trifásico con aislamiento clase F protección total del motor por tres termostatos incluidos en el bobinado del estator, motor sin caja de bornas, conexión sobre conector del motor.
- Mecanismo de rodillos ajustable a la posición cerrado/ abierto.
- Limitador de par ajustable sin escalonamiento en escalas de par calibrada para los sentidos de cierre y apertura, valor ajustado directamente legible en daNm.
- Interruptor de par y de carrera cada uno con un contactor de apertura y cierre, IP 68.
- Volante para servicio manual, desembraga automáticamente con arranque motor y queda inmóvil durante el servicio eléctrico.
- Temperatura servicio de -20° hasta $+80^{\circ}$.
- Acoplamiento de salida s/ ISO 5210:2018, Válvulas industriales. Conexión de válvulas con actuadores multigiro. (ISO 5210:2017), forma C s/ DIN 3338.

Las válvulas cumplirán como mínimo con lo especificado en las normas EN 1074:2001; partes 1,2 3,4 y 5, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. No se admitirán materiales antifricción de cobre en ninguna parte de la válvula, ni palancas o llaves de accionamiento de material plástico.

3.3.41.1.1 *Marcado. Datos que facilitara el fabricante*

El constructor estará obligado a presentar a la Dirección de Obra el certificado de materiales aportado por el fabricante (del husillo, del eje, etc.). En caso de aguas muy corrosivas el Director

de Obra podrá variar los materiales exigidos en este Pliego. La Dirección de Obra, según lo que ella estime conveniente, podrá exigir un plazo de garantía superior al plazo de garantía de la propia obra.

Las válvulas vendrán identificadas con la siguiente información impresa en la válvula o dossier de fabricación, que incluirá:

- Fabricante.
- Numero de pieza que indique la trazabilidad (granallado, recubrimientos...)
- Día, mes, año y hora de finalización de la válvula.
- Certificado donde se expongan y especifique cada tipo de material que compone la válvula.
- Certificado de ensayos de inspección realizados.
- Marca de calidad (en su caso).
- Referencia a la norma UNE EN 1074:2001 vigente.

3.3.42 Válvulas hidráulicas anticipadoras de onda

Serán las que se instalen en las estaciones de bombeo. Son válvulas de control de operación hidráulica y accionada por cierre por pistón DN 250 mm y PN16 según Norma UNE-EN 1074:2001, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Tendrá estructura de doble cámara con indicador de posición de serie

A los efectos de aplicación de este Pliego, se tendrán en cuenta las siguientes definiciones, las cuales han sido extraídas de las normas UNE-EN 805:2000, UNE-EN 1074-1:2001 y UNE-EN 1074-2:2001. Son de aplicación las siguientes:

- Coeficiente de caudal (KV)

Caudal de agua (en m³/hora) a una temperatura entre 5 y 40 °C que pasa a través de la válvula con el obturador totalmente abierto creando una pérdida de carga de 0,1 N/mm².

- Diámetro nominal (DN)

Designación alfanumérica de la dimensión de los componentes utilizada como referencia. Incluye las letras DN seguidas de un número entero adimensional, que está relacionado

con las dimensiones reales, en milímetros, del taladro o del diámetro exterior de las conexiones de los extremos.

- Presión nominal (PN)

Designación alfanumérica utilizada como referencia, y que se relaciona con una combinación de características mecánicas y dimensionales de un componente del sistema de tuberías. Incluye las letras PN seguidas de un número adimensional.

En las válvulas, la PN será igual o superior a la DP de la conducción que pueda alcanzarse en el emplazamiento de la válvula. Las PN normalizadas y su relación con PFA, PMA y PEA son las indicadas en la siguiente tabla (UNE-EN 1074-1:2001).

La válvula actúa desde su punto de estrangulamiento máximo hasta la apertura total de la misma para permitir salir en cada momento un volumen de agua tal que sea capaz de salir por el orificio los caudales indicados.

Cuerpo de la válvula en forma semi-recto especial anticavitación, con un ratio máximo de reducción de 6:1 (tipo Y con el actuador en posición oblicua para optimizar la capacidad hidráulica, aumentar la distancia del cierre al cuerpo de la válvula y evitar la formación de flujo turbulento). El cuerpo deberá tener un anillo de asiento de acero inoxidable AISI 304, no roscado, que sea reemplazable y que se sujete en su posición mediante tornillos que se enrosquen al cuerpo. La trayectoria del flujo del agua a través de la válvula será sin obstrucciones ni protuberancias, con el área del asiento completamente libre de correctores de flujo, rodamientos o nervaduras de soporte. Este asiento deberá estar accesible y ser de fácil manejo sin desmontar la válvula de la tubería. Cuerpo y tapa de hierro dúctil conforme a UNE-EN 1563:2019 "Fundición. Fundición de grafito esferoidal" y todos los tornillos, tuercas y pernos exteriores deben ser de acero inoxidable AISI 316.

Actuador de doble cámara con tabique de separación entra la cámara inferior del diafragma y el cuerpo de la válvula. El conjunto del actuador, compuesto por disco de cierre, eje de válvula y rodamiento, conjunto del diafragma, separador y tapa superior, deben ser desmontables como una unidad integral para facilitar el mantenimiento e inspección de la válvula. El diafragma será de EPDM reforzado con nylon y todas las juntas serán de EPDM. El eje de la válvula será de acero inoxidable AISI 303. El actuador deberá incorporar un cierre para la regulación precisa de la válvula a caudales bajos o para aumentar la resistencia de la válvula frente a la cavitación.

El acoplamiento entre bridas será conforme a la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bidas de acero, PN 6, PN 10 y PN 16. Cuerpo con bridas caras planas.

Cuerpo de la válvula y actuador con recubrimiento en pintura Epoxi adherido por fusión (mínimo 200 micras). La totalidad de componentes de la válvula deben ser accesibles con facilidad para llevar a cabo su mantenimiento sin desmontar la válvula de la línea. El conjunto reemplazable del disco de cierre debe incluir una junta flexible.

Circuito de control con tubería acero inoxidable AISI 304 y todas las piezas de conexión de latón de acero inoxidable. El circuito será el adecuado para el control de caudales elevados de agua, con tubería de ½" mínimo y con filtro auto limpiante en línea. Circuito de 3 vías con piloto con válvula de aguja incorporada. Cuerpo y cubierta de los pilotos de bronce con componentes internos de acero inoxidable AISI 304 y asiento elástico y juntas de NBR. El piloto será de acción directa, con muelle ajustable y accionado por diafragma. El circuito incluye válvulas manuales para aislar el circuito de control, una válvula de aguja de regulación de la velocidad de cierre de la válvula principal y un solenoide que permita la apertura total de la válvula de forma remota independientemente del control hidráulico. Las características técnicas del solenoide (tipo de solenoide, voltaje, tipo de corriente, etc.) serán compatibles con la instalación que controle su operación.

Riesgo ante la cavitación

El fabricante deberá aportar un certificado, expedido por organismo independiente, donde se determine el valor del coeficiente de cavitación y los valores a partir del cual hay riesgo o no de cavitación.

Todas las piezas deberán tener claramente visible el tarado (caudal y presión) al que ha sido calibrado en fábrica.

Toda válvula deberá estar marcada de manera visible y duradera, conforme a lo que se dispone en la norma UNE-EN 1074-1:2001, y deberá de constar:

- DN
- PN
- Identificación del fabricante
- Número de la parte aplicable de esta norma
- Identificación de los materiales de la carcasa
- Identificación del año de fabricación

La norma UNE-EN 1074-1:2001, establece además que las válvulas conformes a la misma se deben marcar según se define en la norma UNE-EN 19:2016, que permite hacerlo de las dos maneras siguientes:

- Marcado integral, es decir marcado en la fundición o en la caperuza/cubierta de la válvula.
- Placa de marcado: placa fijada de forma segura al cuerpo o la caperuza/cubierta de la válvula con uno o más marcados obligatorios.

La norma UNE-EN 19:2016 indica como marcados obligatorios los siguientes:

- DN.
- PN.
- Material.
- Nombre o marca del fabricante
- Flecha para indicar la dirección del flujo, cuando se requiera.

El contratista podrá realizar una prueba del funcionamiento de la válvula completa en laboratorio homologado que incluirá los siguientes ensayos:

- Inspección visual de todos los componentes.
- Curva de pérdidas de carga sin ningún tipo de regulación.
- Comportamiento de la válvula ante la variación de presión en su función como anticipadora de onda.

Además de ejecutar las pruebas convencionales de presión interior y estanquidad que se realizan en todo tipo de válvulas, para recepcionar las válvulas se controlarán en fábrica los ajustes de presión y de caudal.

El suministrador dispondrá de un banco de pruebas de capacidad tal que la dirección de obra pueda probar en él las válvulas con suficiente margen de caudal y presión.

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 (Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección) de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, en caso

contrario, el fabricante aportará 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, a su cargo, para la realización de los ensayos que la dirección de obra considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

3.3.43 Válvulas hidráulicas con contador integrado

Para los hidrantes que abastecen a las parcelas de ambos sectores se proyectan válvulas hidráulicas de cámara simple y medidor de tipo Woltman (DN 50, 80, 100 y 150) de transmisión mecánica o magnética incorporado formando una sola unidad. El cuerpo será de fundición dúctil conforme a UNE-EN 1563:2019 "Fundición. Fundición de grafito esferoidal" y recubierto de pintura poliéster aplicada por fusión con un mínimo de 100 micras y preparación de superficies con granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.

Dispondrá de un conjunto de cierre con asiento perimetral que asegure el equilibrio de presiones toda su circunferencia y separado de la goma de cierre por un pistón, de forma que se evite su erosión por contacto con el asiento y con el flujo a través de la válvula. Estará constituido por pistón fabricado en PBT reforzado con fibra de vidrio, con empaque en NBR, que cierra sobre un asiento plano. El conjunto se mueve guiado sobre las paredes de la válvula en un movimiento de carrera larga que aporta la máxima precisión en la regulación y estabilidad a caudales muy bajos. El diafragma será ultra-flexible fabricado en NBR reforzado con Nylon, apto para todo el rango de presiones de trabajo. El muelle será de acero inoxidable 302 y la tornillería acero inoxidable A2.

El rango de funcionamiento de 0.5 a 16 bar

Podrá equipar un indicador de posición que permita la instalación de un interruptor de tipo final de carrera.

La válvula deberá ser capaz mediante un circuito de control de reducir presión aguas abajo, sostener presión aguas arriba y limitar caudal, según sea necesario, integrando un piloto en el circuito de control para esta función, sin necesidad de ningún elemento externo que varíe la longitud de la válvula.

El acoplamiento entre bridas será conforme a la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bidas de acero, PN 6, PN 10 y PN 16. Cuerpo con bridas caras planas.

El fabricante deberá poseer certificado ISO 9001 y ISO14001 vigentes. Se someterá a las pruebas anteriormente indicadas tanto para las válvulas hidráulicas como para los contadores woltmann.

El contador cumplirá las normas UNE-EN 14268:2006, Técnicas de riego. Contadores de agua de riego, y el Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología y poseerá homologación CEE clase B, salvo la de 50mm que puede ser clase A y sus características metrológicas serán iguales o superiores a las siguientes indicadas en la tabla:

Tabla 41. Características contadores

DN	40	50	65	80	100	150	200	250
Clase metrológica	A	A	B	B	B	B	B	B
Qn m3/h	15	15	25	40	60	150	250	250
Qmax m3/h	30	30	50	80	120	300	500	500
Qt m3/h	4,5	4,5	5	8	12	30	50	50
Qmin m3/h	1,2	1,2	0,75	1,2	1,8	4,5	7,5	7,5
Pérdida de carga bar	0,6	0,6	0,6	0,6	1	0,6	1	1
Escalón de verificación	2				20			
Lectura máxima	1000000				10000000			

3.3.44 Válvulas de esfera

La calidad de los materiales de las válvulas será igual o superior a lo especificado a continuación.

Diseño:

- Cumplirán con la Directiva 2014/68/UE 014/68/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos a presión Texto pertinente a efectos del EEE, para los fluidos del grupo 2.
- Conexiones hembra - hembra tipo ISO 7/1
- Poseerán una perforación en la esfera, como protección frente a las heladas.

Cuerpo y esfera: Latón

Protección: todas las superficies interiores que estén en contacto continuo con el agua y las superficies externas (incluyendo la tornillería) que estén en contacto permanente con el sol, el agua o la atmósfera, serán resistentes a la corrosión y al envejecimiento.

Si el fabricante posee Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite, en caso contrario con el primer envío, el fabricante aportará 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074:2001, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados, no será necesario realizar un control de calidad de las válvulas. De lo contrario, tendrán que aportarse los resultados de las pruebas de inspección visual y dimensional, ensayos por líquidos penetrantes, pruebas hidrostáticas y neumáticas y prueba de asiento a baja presión.

Las válvulas deberán estar marcada de manera visible y duradera, conforme a lo que se dispone en la norma UNE-EN 1074-1:2001.

3.3.45 Válvulas de retención

Las válvulas de retención permiten el flujo de agua en una sola dirección, impidiendo la inversión del mismo. Se ubican tras las bombas.

Las válvulas de retención o antirretorno deben cumplir los requisitos establecidos en la Norma UNE-EN 1074-3:2001: Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Parte 3: Válvulas antirretorno.

Están constituidas, básicamente, por un cuerpo y un elemento de cierre (clapeta) unido a éste mediante un eje de giro o de traslación.

El cuerpo de la válvula debe estar dotado de una tapa sujeta con tornillos que permita la sustitución de la clapeta o la reparación de los cojinetes. El eje de giro puede estar situado en la periferia de la clapeta o atravesar ésta. Si el tamaño de la válvula u otras características así lo aconsejan, la válvula debe estar dotada de contrapeso exterior que podrá estar acompañado de amortiguadores.

Las características específicas se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 42. Características válvulas de retención

Válvula de retención de doble clapeta DN 450 PN 16	
Cuerpo	Fundición A126
Clapetas	A351 ó AISI 316
Asiento	EPDM ó NBR
Padador eje bisagra	AISI 420
Tope	AISI 420
Fijador del eje	AISI 420 ó 316
Resorte	AISI 420 ó 316
Arandela	PTFE
Junta	EPDM
Tornillos	AISI 304
Protección interna/externa	Resina epoxi

De cada equipo o de su conjunto se suministrará un manual de calidad conteniendo:

- Hoja de características técnicas
- Plano de implantación y montaje
- Certificado de conformidad con el pedido según EN 10204 Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección
- Certificado de materiales
- Manual de montaje y conservación
- Carta de garantía
- Catálogo

3.3.46 Ventosas

3.3.46.1 Normativa y generalidades

Las normas de referencia son las siguientes:

- UNE-EN 1074:2001. Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación.
 - Parte 1: Requisitos generales.

- Parte 4: Purgadores y ventosas.

- DIN 1693: Cuerpos de fundición dúctil.
- AWWA 512-99. *Air release, air vacuum and combination air valves for waterwork service.*

Las ventosas deberán estar diseñadas y fabricadas de acuerdo con la norma UNE-EN1074-4:2001 y UNE-EN1074-1:2001.

Todos los componentes presentes en las ventosas deberán estar certificados con la norma UNE-EN1074-4:2001.

3.3.46.2 Términos y definiciones

A los efectos de aplicación de esta especificación se tendrán en cuenta las siguientes definiciones, las cuales han sido extraídas de las normas UNE-EN 805:2000, Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes, y UNE-EN 1074-1:2001, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Parte 1: Requisitos generales.

- **DN. Diámetro nominal:** Designación alfanumérica de la dimensión de los componentes utilizada como referencia. Incluye las letras DN seguidas de un número entero adimensional, que está relacionado con las dimensiones reales, en milímetros, del taladro o del diámetro exterior de las conexiones de los extremos.
- **DP. Presión de diseño:** Presión máxima de funcionamiento de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones, pero excluyendo el golpe de ariete.
- **MDP. Presión máxima de diseño:** Presión máxima de funcionamiento de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones e incluyendo el golpe de ariete.
- **PFA. Presión de funcionamiento admisible:** Presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar de forma permanente en servicio.
- **PMA. Presión máxima admisible:** Presión máxima, incluido el golpe de ariete, que un componente es capaz de resistir en servicio.

- **PEA. Presión de ensayo admisible:** Presión hidrostática máxima que puede resistir un componente instalado recientemente, durante un periodo de tiempo relativamente corto, para asegurar la integridad y estanquidad de la conducción.
- **PN. Presión nominal:** Designación alfanumérica utilizada como referencia, y que se relaciona con una combinación de características mecánicas y dimensionales de un componente del sistema de tuberías. Incluye las letras PN seguidas de un número adimensional.
- **STP. Presión de prueba de red:** Presión hidrostática aplicada a una conducción recientemente instalada de forma que se asegure su integridad y estanquidad.

Otras definiciones no incluidas en las normas citadas anteriormente son:

- **Cierre cinético:** cierre prematuro de la válvula producido por el efecto de la velocidad de la corriente ascendente de aire antes de que el agua alcance la boya o flotador.
- **Bloqueo sónico:** fenómeno que ocurre en sistemas de conductos donde la velocidad del aire alcanza la del sonido. Al producirse este fenómeno, el flujo alcanza su valor máximo.

Dado que su funcionamiento ha de ser automático, se describe este para cada una de las tres funciones posibles de la ventosa:

- a) Evacuación de aire al llenar la conducción: al efectuar el llenado, el aire se escapa a través del orificio mayor sin que el flotador o el mecanismo de cierre del mismo, cualquiera que sea su forma y disposición, sea arrastrado por la corriente de aire; la fuerza resultante del caudal de aire que circula alrededor del flotador mantiene en posición de abierto el orificio de aireación. Al terminar el proceso de llenado, el nivel de agua va ascendiendo en el cuerpo, al igual que el flotador, por la fuerza de elevación, hasta producirse el cierre.
- b) Purga de aire bajo presión de servicio: durante el servicio habrá una acumulación continua de aire en la ventosa, bajando el nivel de agua en su interior, disminuyendo, por lo tanto, la fuerza de elevación. El flotador desciende dejando libre el pequeño orificio de purga por donde escapa el aire; al ocupar el agua el espacio que queda vacío, el flotador asciende hasta ocupar la posición de cierre.
- c) Entrada de aire al vaciar la conducción: en la operación de vaciado o rotura se produce una diferencia de presiones entre la baja presión interior de la tubería y la presión exterior más alta (presión atmosférica) que puede llegar a producir el aplastamiento de la conducción. Al bajar el flotador por descenso del nivel de agua queda libre el orificio por donde entra el aire de la atmósfera en la conducción evitando la presión y la formación de vacío.

3.3.46.3 Elementos constitutivos y materiales

Las ventosas serán automáticas y trifuncionales. El diámetro nominal de las ventosas corresponderá al diámetro de conexión con la tubería, así como al diámetro de aducción/expulsión de aire.

Los materiales usados en la fabricación no serán atacados por el desarrollo de bacterias, algas, hongos u otras formas de vida y sin llegar a contaminar por sabor, olor o color del agua que se encuentra o que pueda estar en contacto.

Las ventosas deberán disponer de una válvula de corte para el mantenimiento de las mismas cuando la tubería se encuentra en servicio.

Las ventosas trifuncionales se compondrán de una ventosa automática y una ventosa cinética. Las características de las ventosas cinéticas serán:

- Diámetro 50 y 25 mm: cuerpo y base de polipropileno con rosca.
- Diámetro 80 mm, 100 mm y 150 mm.: cuerpo y base de metal con brida.

El cuerpo, tapa y bridas de estas últimas será de fundición dúctil o nodular de calidad GJS-400-15, GJS-400-18, GJS-450-10 o GJS-500-7, según UNE-EN 1563:2019 «Fundición. Fundición de grafito esferoidal».

El cuerpo principal de la ventosa deberá proporcionar un área de sección transversal igual al diámetro nominal de la misma. Los cuerpos de las ventosas estarán provistos de un orificio roscado de ¼" o ½" y una válvula de bola, con el fin de poder utilizarse como elemento de purga y disponer de la posibilidad de incorporar un manómetro para comprobar presiones.

Para $DN \leq 50$ la unión a la instalación se podrá realizar mediante enlace roscado, según UNE-EN 10226-1:2004 «Roscas de tuberías para uniones con estanquidad en la rosca. Parte 1: Roscas exteriores cónicas y roscas interiores cilíndricas. Dimensiones, tolerancias y designación» o UNE-EN 10226-2:2005 «Roscas de tuberías para uniones con estanquidad en la rosca. Parte 2: Roscas exteriores cónicas y roscas interiores cónicas. Dimensiones, tolerancias y designación». La rosca deberá ser normalizada, con rosca exterior en la válvula de aireación, según norma UNE-EN ISO 228-1:2003 «Roscas de tuberías para uniones sin estanquidad en la rosca. Parte 1: Medidas, tolerancias y designación (ISO 228-1: 2000)».

Aquellas ventosas que tengan una salida de aire recta o perimetral deberán disponer de una tapa deflectora, que cubre el orificio grande y cuya misión es protegerlo, así como difundir el aire hacia

los laterales por todo el perímetro de la ventosa. Este deflector estará fabricado en uno de los siguientes materiales:

- Fundición dúctil o nodular de calidad GJS-400 o superior, según UNE-EN 1563:2019 «Fundición. Fundición de grafito esferoidal».
- Opcionalmente podrá fabricarse en materiales plásticos, como pueden ser el nylon o el polipropileno, resistentes a la luz ultravioleta.

Bajo el deflector la ventosa llevará incorporada una rejilla perforada que impide la entrada de suciedad y elementos extraños desde el exterior de la válvula. La rejilla interior podrá ser de acero inoxidable de calidad 1.4301, 1.4401 o 1.4404, según UNE-EN 10088-1:2015 «Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables».

El flotador principal de la ventosa estará diseñado aerodinámicamente para resistir altas velocidades de paso de aire sin que este se vea arrastrado y se produzca el cierre prematuro del orificio grande de la ventosa.

Los flotadores cilíndricos serán de polipropileno macizo para evitar su corrosión y resistir grandes presiones de trabajo sin sufrir deformaciones, abolladuras o su colapso. Deben asegurar el cierre hermético de la ventosa (este se consigue con el desplazamiento vertical de dos flotadores cilíndricos guiados por aletas construidas en el mismo cuerpo de la ventosa). La purga de aire se realiza con el movimiento de un vástago de poliamida con refuerzo de fibra de vidrio que abre y cierra un orificio de purga en acero inoxidable AISI304 de al menos 1 mm² de sección.

Los elastómeros en contacto con el agua en circulación serán de EPDM (caucho de etileno propileno dieno tipo M) por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento. Deberán cumplir los requisitos para la clase de dureza Shore A 60 o 70 y ser tipo WA para instalaciones de suministro de agua potable fría (para consumo humano), según lo indicado en la norma UNE-EN 681-1:1996/A3:2006 «Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado». Los elastómeros en contacto con el agua en circulación serán de EPDM por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento.

Los tornillos de fijación entre el cuerpo y la tapa han de ser pasantes y roscados mediante tuercas del mismo material. Deben evitarse las roscas mecanizadas en los cuerpos de fundición puesto que son puntos susceptibles a la corrosión. Serán de acero inoxidable AISI 304.

Las ventosas trifuncionales deberán tener el purgador automático, que no puede presentarse separado del cuerpo principal de la ventosa. La superficie del orificio automático será adecuada para evacuar a la presión de trabajo las bolsas de aire atrapado dentro de la conducción principal.

El diseño y funcionamiento del purgador automático estará basado en el principio de obturación desplazable para asegurar la descarga de grandes cantidades de aire acumulado en las condiciones de trabajo bajo presión. Será capaz de trabajar en todo el rango de la presión sea cual sea el PN de la ventosa, sin necesidad de modificar tamaños de tobera. El mecanismo de obturación desplazable del purgador debe ser fácilmente reemplazable sin necesidad de desmontar los componentes internos de la ventosa.

El flotador estará fabricado en polipropileno macizo o en calidades equivalentes a las del flotador de la ventosa cinética y será totalmente inoxidable e indeformable por la acción de la presión interna. El cierre del purgador contra el orificio o tobera se realizará mediante una goma de caucho resistente de EPDM, aprobado para agua potable y resistente al ozono y al cloro.

El sistema de pintura a aplicar deberá ser adecuado para la protección contra la corrosión, conforme a la norma UNE-EN ISO 12944-1:2018 «Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 1: Introducción general. (ISO 12944-1:2017)». Se tendrán en cuenta los siguientes factores: tipo de superficie a ser protegida, proceso de sistema de pintado, corrosividad del medio ambiente y durabilidad.

Se requerirá que el sistema de protección empleado sea, como mínimo, de la categoría C3 y durabilidad VH (muy alta). Si las condiciones de exposición así lo exigen, se exigirá una categoría superior. En caso de equipos a instalar en el interior de arquetas con o sin tapa o drenaje, estos se considerarán incluidos en la categoría Im1 (agua dulce), en cuyo caso la preparación de superficies debe ser Sa 3 (cuando se trate de sistemas C4 o Im1 a Im4 de durabilidad alta o muy alta).

Previamente a la aplicación de la protección, deberán prepararse las superficies eliminando el polvo, la suciedad y aceites o materias grasas.

- Granallado de la superficie hasta grado Sa 2 ½, según la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008 «Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados después de eliminar totalmente los recubrimientos anteriores. (ISO 8501-1:2007)». No deberán transcurrir más de cuatro horas entre el granallado y la aplicación de la primera capa del revestimiento. Las superficies sobre las que aplicar los revestimientos no deben presentar trazas de sombra o inicios de oxidación. Si se observasen estos defectos se deberá proceder a repetir el granallado en dichas piezas.
- Todo el material de fundición dúctil o nodular llevará una protección anticorrosiva interior y exterior, a base de las capas de imprimación y acabado que requiera el sistema de

pintura elegido, de productos de tipo epoxi y poliuretano, con un espesor total mínimo de 250 micras, conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 14901:2015+A1:2021 «Tuberías, racores y accesorios de fundición dúctil, de manera adicional deberá tener un recubrimiento adicional en polyester para proteger la ventosa de la radiación ultravioleta Recubrimiento epoxi (alta resistencia) para racores y accesorios de fundición dúctil. Requisitos y métodos de ensayo». Dicha norma determina que el espesor local mínimo debe ser superior a 200 micras, el espesor medio mínimo igual o superior a 250 micras y en las zonas designadas a continuación se admite un espesor local mínimo de 150 micras:

- Zonas de unión
- Agujeros de pernos
- Marcados autorizados
- Nervaduras
- Aristas

3.3.46.4 Características técnicas

3.3.46.4.1 *Características de diseño*

Para el dimensionamiento hay que considerar un Caudal Libre a Eliminar (CAE), que será equivalente al caudal circulante por cada tramo. En el caso de nuestra red, al existir multitud de diámetros y caudales diferentes, el método más adecuado es seleccionar el tamaño de la ventosa en función del diámetro de la tubería:

Tabla 43. Tamaño de ventosas en función al tipo de tubería

D (mm)	Material	Ventosa (mm)
710	PVC-O	100
630	PVC-O	100
500	PVC-O	100
450	PEAD	80
400	PVC-O	80
315	PVC-O	80
250	PVC-O	50
200	PVC-O	50
160	PVC-O	50
140-125-110	PVC-O	50
< 110	PEAD	25

En las redes secundarias con tuberías de un máximo de 90 mm de diámetro se diseñan ventosas de 25 mm. Todas las ventosas serán PN 16 atm.

Esta condición tiene por finalidad limitar la velocidad de circulación del aire, evitando desplazar en el cuello el flotador por la fuerza de la corriente de aire.

Los flotadores, en la posición de válvula cerrada se diseñarán para resistir la presión externa a la que son sometidas sin deformación remanente alguna. Podrán ser huecos o macizos. La brida de unión a la conducción será perpendicular al eje de la ventosa. Estarán taladradas y los orificios para los tornillos de unión estarán distribuidos uniformemente en un círculo concéntrico con el eje de la sección de paso de aire.

Se instalarán válvulas de aireación en los siguientes puntos de las redes de tuberías:

- En todos los puntos altos relativos de cada tramo entre dos válvulas de corte.
- Inmediatamente antes de cada válvula de corte en los tramos ascendentes según el sentido de recorrido del agua, e inmediatamente después en los descendentes.
- En todos los cambios marcados de pendiente, aunque no correspondan a puntos altos relativos.
- En todos los tramos de más de 500 m.l. en los cuales, por tener una pendiente constante no existan puntos altos ni bajos relativos y no se haya dispuesto ningún elemento de aireación de la conducción.
- Se instalarán válvulas de aireación aguas abajo de las válvulas de seguridad, de cierre por sobrevelocidad.

Las ventosas se deben diseñar para temperaturas de servicio que vayan desde 0 °C (sin hielo) hasta 40 °C, y para temperaturas de almacenaje entre -20 °C y 70 °C. Para las válvulas fabricadas con materiales cuyo comportamiento mecánico dependa de la temperatura, las presiones PFA, PMA y PEA se deben establecer a 20 °C y, si fuese de aplicación, el fabricante y/o las normas de producto deben proporcionar un factor de reducción (tabla temperatura/presión) para temperaturas más elevadas.

El diseño de la válvula debe cumplir todas las exigencias de las normas UNE-EN 1074- 1:2001 y UNE-EN 1074-4:2001. La superficie mínima de paso del aire en cada sección será la correspondiente al círculo de diámetro DN, tal como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 44. Superficies mínimas de paso

DN	50	80	100	150	200	250	300	350	400
Círculo de diámetro (mm)	50	80	100	150	200	250	300	350	400
Superficie (mm ²)	1.963	5.027	7.854	17.671	31.416	49.087	70.686	96.211	125.664

Para calcular dicha sección mínima se tendrán en cuenta todas las secciones con las restricciones de paso existentes en la válvula, tales como las guías y los estrechamientos existentes en el interior del cuerpo, los ejes, la tapa o las rejillas, en caso de existir.

El parámetro que caracteriza a cada válvula en particular es su capacidad de aireación. La capacidad de aireación de una válvula expresa el caudal de aire que pasa por el orificio de aireación a una presión diferencial determinada que será la siguiente:

- Evacuación de aire: la presión diferencial es positiva; se recomienda limitar dicha presión a +0,15 bar (+0,015 MPa) para dimensionamiento.
- Admisión de aire: la presión diferencial es negativa; se recomienda limitar dicha presión a -0,35 bar (-0,035 MPa) para dimensionamiento.

Las capacidades mínimas exigidas, en litros por segundo (l/s), correspondientes a los valores de presión diferencial de referencia, serán los señalados en la siguiente tabla:

Tabla 45. Capacidades mínimas de válvulas de aireación

Diámetro ventosa		Orificio cinético	
DN	Pulgadas	Caudal de expulsión min. a 1.5 m.c.a. de presión diferencial (Nm ³ /h)	Caudal de admisión min. a 3.5 m.c.a. de presión diferencial (Nm ³ /h)
DN50	2"	700	850
DN80	3"	2.000	1.950
DN100	4"	3.100	3.100
DN150	6"	6.200	6.900

Diámetro ventosa		Orificio cinético	
DN200	8"	12.500	12.300

La característica declarada por el fabricante debe ser el caudal en función de la presión (capacidad). El fabricante deberá justificar y explicar el procedimiento para la obtención de los valores declarados.

Cuando exista la posibilidad de realizar ensayos de verificación de las capacidades de admisión y expulsión de las ventosas en un laboratorio externo independiente, será necesario que la justificación de los valores propuestos por los fabricantes quede documentado a través de ensayos reales (bien en laboratorio externo, bien en banco de ensayos del fabricante cuando disponga de él).

Cuando el caudal se mida según las condiciones definidas en los apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1074-4:2001, este no debe ser inferior al 90 % del valor indicado por el fabricante, en dos puntos de la curva, siendo estos puntos indicativos del rango de utilización de la válvula y sus funciones.

El cierre cinético de la ventosa es un fenómeno que se produce cuando durante la evacuación de aire el flotador cierra la válvula antes de la llegada del agua. Esto ocurre debido a que el empuje producido por el aire llega a ser superior al peso del flotador consiguiendo elevarlo. El cierre cinético es un parámetro que dependerá principalmente del diseño de la válvula. Para evitarlo se recomienda limitar la velocidad de llenado de las conducciones de tal manera que se mantengan presiones diferenciales por debajo de 0,15 bar. En todo caso el fabricante deberá declarar, en caso de existir, la presión diferencial positiva que provocaría dicho cierre.

No se aceptarán ventosas que no acrediten un valor de cierre cinético o cierre prematuro no superior a 0,3 bares.

El bloqueo sónico se produce cuando en la admisión de aire se alcanza la velocidad del sonido; a partir de dicho valor, la velocidad, y por lo tanto la cantidad de aire admitida, se mantienen constantes. La ventosa ha de estar diseñada para evitar que suceda este fenómeno. Cuando esta característica se pueda verificar, se deberán garantizar las prestaciones declaradas por el fabricante.

3.3.46.4.2 *Marcado*

Las ventosas se marcarán de manera visible y duradera con la siguiente información:

- Modelo de ventosa

- DN

- PN

- Identificación del fabricante

- Número de la parte aplicable a esta norma (opcional)

- Identificación de los materiales del cuerpo

- Identificación del año de fabricación

3.3.46.4.3 *Embalaje y transporte*

Las válvulas serán embaladas con un protector plástico para protegerlas de rozaduras y golpes durante su manipulación y transporte.

Las válvulas que debido a su peso no puedan ser movidas manualmente se moverán utilizando eslingas de nylon (nunca sirgas metálicas).

3.3.46.4.4 *Datos que facilitará el fabricante*

El constructor estará obligado a presentar a la dirección de obra el certificado de materiales aportado por el fabricante.

Las ventosas vendrán identificadas con la siguiente información impresa o dossier de fabricación que incluirá:

- Fabricante.

- Número de pieza que indique la trazabilidad (granallado, recubrimientos, etc.).

- Día, mes, año y hora de finalización de la ventosa.

- Certificado donde se exponga y especifique cada tipo de material que compone la ventosa.

- Certificado de ensayos de inspección realizados.

- Marca de calidad (en su caso).

- Referencia a la norma AWWA C 512.

El fabricante proporcionará certificados de ensayos, esquemas de dimensiones, listado de piezas, dibujos y manuales de operación y mantenimiento.

3.3.46.4.5 *Expedición y recepción*

Las válvulas deberán enviarse limpias. Todos los elementos irán bien protegidos y los orificios externos tapados mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extraños que pudieran perjudicar a la válvula o su higiene.

El fabricante deberá asegurar el correcto embalaje y carga de las válvulas. El embalaje ha de garantizar que las válvulas no sufran en el transporte ningún tipo de golpe. No se deben producir roces en la pintura ni esfuerzos superiores a los que la válvula ha de soportar.

La recepción tendrá lugar en el momento y lugar de la entrega señalada en el pedido. En la recepción se ha de comprobar:

- Que las válvulas corresponden al modelo y características del pedido.
- Que el marcado sea el correcto.
- Que, entre la documentación aportada, figura la Ficha Técnica de Suministro de Válvula de Aireación que el fabricante o distribuidor tiene que adjuntar debidamente cumplimentada con cada suministro.
- Manual o instrucciones de instalación o mantenimiento.

El fabricante podrá designar un representante que presencie la recepción, cuya fecha de celebración se deberá comunicar a la dirección de obra con la suficiente antelación.

3.3.46.5 *Plan de aseguramiento de la calidad*

3.3.46.5.1 *Gestión de la calidad*

La calidad de los distintos componentes deberá ser asegurada mediante un sistema de control de las materias primas y del proceso de fabricación que garantice el cumplimiento de las prescripciones técnicas de las normas de referencia utilizadas para la producción de los mismos y los requisitos establecidos en los apartados anteriores.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074-4:2001. Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Parte 4: Purgadoras y ventosas, no será necesario realizar un control de calidad de las ventosas.

En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado. Además, el fabricante aportará 1 unidad completa por cada 25 suministradas de cada tipo de ventosa de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios, conforme la norma UNE-EN 1074, para garantizar el cumplimiento del pliego.

Se podrá solicitar la documentación que permita verificar el cumplimiento de los estándares mínimos de calidad especificados en los apartados anteriores en relación a cada modelo de válvula y que será la siguiente:

1. Certificado de producto emitido por empresa certificadora acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para la norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.
2. Certificado de producto emitido por empresa certificadora no acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para la norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.

Los organismos de acreditación deberán ser conformes a lo establecido en la norma UNE-EN ISO/IEC 17011:2017, Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos de acreditación que realizan la acreditación de organismos de evaluación de la conformidad.

Los organismos que actúen como entidades certificadoras o laboratorios de ensayo deberán ser conformes a lo establecido en las normas UNE-EN ISO/IEC 17065:2012, Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios. UNE-EN ISO/IEC 17021-1:2015, Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión. Parte 1: Requisitos, y UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 (versión corregida en fecha 2018-05-09), Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

El/los laboratorio/s que hayan realizado los ensayos requeridos deberá/n estar incluido/s en uno o varios de los siguientes niveles:

1. Laboratorio certificado con UNE-EN ISO 9001:2015 por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente, o laboratorio acreditado por ENAC con UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, para la realización de los ensayos requeridos. Deberán aportarse los certificados correspondientes, en el caso de que así se requiera.

2. Laboratorio con sistemas UNE-EN ISO 9001:2015 o UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 para la realización de los ensayos requeridos, implantados o mantenidos, pero no certificados o acreditados, respectivamente. La implantación de dichos sistemas deberá estar verificada por entidad certificadora de control de calidad, independiente del laboratorio. En el caso de que se requiera deberá documentarse dicha implantación.
3. Laboratorio que cumpla los siguientes requisitos:
 - Sistema de aseguramiento interno: disponen de una organización interna de los servicios, de sistemáticas de control de los equipos y de métodos de ensayo/calibración, como garantía de los resultados.
 - Trazabilidad: disponen de control de la trazabilidad de sus medidas, mediante planes de calibración y la realización de intercomparaciones con otros laboratorios.
 - Disponen de procedimientos documentados o normas para la prestación de servicio a los clientes.

En el caso de que así sea requerido, a efectos del caso (3), deberá aportarse la siguiente documentación a fin de comprobar los requisitos anteriores:

- Organigrama con funciones definidas, cualificación y experiencia personal.
- Manual de calidad.
- Procedimientos o normas de descripción de los ensayos solicitados en la normativa de aplicación.
- Procedimiento predefinido de elaboración y contenido de los informes de ensayo.
- Planes de mantenimiento y calibración de equipos.
- Certificados de calibración de equipos por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente.
- Plan de intercomparación con otros laboratorios o entidades de reconocido prestigio, en caso de disponerse los mismos.
- Resumen de la sistemática general de aseguramiento de la trazabilidad de las medidas de laboratorio.

- Referencias de ensayos realizados en los cinco últimos años. Deberá acreditarse la realización de al menos 3 ensayos de similares características.
- Inscripción en cualquier relación de organismos reconocidos de ámbito internacional, nacional, autonómico o local.

Tanto en los certificados como en los informes de ensayos se deberá demostrar la trazabilidad del producto a que se hace referencia, así como la identificación del fabricante tanto en las muestras como en la documentación.

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes de las válvulas deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de autocontrol que garantice la calidad del producto acabado y suministrado.

El promotor podrá solicitar el Manual de Control de Calidad del fabricante y en el mismo deberán señalarse las normas oficiales de ensayos que se apliquen, o en otro caso incluirse la descripción detallada de los métodos de ensayo utilizados.

El proceso de autocontrol incluirá, al menos, los conceptos siguientes:

- Materiales
 - Composición química
 - Estructura molecular
 - Características mecánicas
 - Tratamientos térmicos
 - Otras características
- Fabricación
 - Dimensiones, tolerancias y paralelismo
 - Soldaduras
 - Acabado de superficies
 - Comportamiento mecánico
- Protecciones

- Composición química
 - Preparación de superficies y espesores
 - Comportamiento mecánico
 - Comportamiento químico y carácter alimentario de agua para consumo humano en revestimientos interiores
- Ensayos de verificación del proceso de fabricación. Correspondientes a los requisitos detallados a continuación y en válvulas representativas de la producción:
- Pruebas de presión.
 - Pruebas de estanquidad.
 - Pruebas de características neumáticas.

Para la determinación de la idoneidad de cada modelo, el fabricante aportará certificado y/o informe de cada uno de los ensayos y pruebas siguientes para cada gama homogénea de válvulas (entendiendo como tal aquella cuyo diseño es idéntico y de iguales materiales los elementos que la forman):

Tabla 46. Ensayos (UNE-EN 1074-1:2001 y UNE-EN 1074-4:2001)

Característica a ensayar	Tipo de ensayo	Parámetros	Condición de aprobación	
Resistencia mecánica.	Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión (*1)	Presión interior: máximo de: <ul style="list-style-type: none"> • PEA • 1,5 x PFA 	Debe resistir sin sufrir ningún daño	
	Resistencia del obturador a la presión diferencial	Presión diferencial: PFA + 5 Si el PMA indicado para las válvulas es mayor que este valor, la presión diferencial a aplicar debe ser igual a PMA	El obturador debe resistir sin sufrir ningún daño.	
Estanquidad	Estanquidad de la carcasa y de todos los componentes sometidos a presión	Estanquidad a la presión interior (*1)	Presión interior: máximo de: <ul style="list-style-type: none"> • PEA • 1,5 x PFA 	No debe detectarse ninguna fuga
	Estanquidad del asiento	Estanquidad del asiento a una presión diferencial elevada (*1)	Presión diferencial: 1,1 x PFA con agua Duración no inferior a 10 min	Ratio de estanquidad A (UNE-EN 12266-1:2013): Ninguna fuga detectada visualmente durante la duración del ensayo
		Estanquidad del asiento a una presión diferencial baja (*1)	Presión diferencial: 0,5 bar	No se debe detectar ninguna fuga

Tabla 47. Ensayos realizados según otras normas

Característica a ensayar	Tipo de ensayo	Parámetros	Condición de aprobación	Norma
Metalografía	Análisis del grafito	Forma de grafito	Forma V ó VI	UNE-EN ISO 945:2012
Elastómeros	Espectroscopia infrarroja			UNE 53633:1991

A la recepción del material se realizarán, como mínimo, las siguientes verificaciones y ensayos:

Tabla 48. Verificaciones y ensayos en la recepción del material

PARÁMETRO	NORMA O MÉTODO	TIPO DE CONTROL	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	TIPO DE REGISTRO
Características	No se especifica	Inspección visual	Cada envío	Cumplimiento de las especificaciones del pedido	Albarán
Aspecto externo	No se especifica	Inspección visual	Cada envío	Ausencia de daños o desperfectos	Registro de inspecciones y ensayos

PARÁMETRO	NORMA O MÉTODO	TIPO DE CONTROL	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	TIPO DE REGISTRO
Instalación	No se especifica	Inspección visual	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.	Registro de inspecciones y ensayos
Resistencia mecánica a la presión	UNE-EN 1074-1	Ensayo en fábrica o en campo	100 % suministro	Ausencia de fugas exteriores o desperfectos tras el ensayo	Certificado del fabricante (e. fábrica)
Estanquidad	UNE-EN 1074-1	Ensayo en fábrica o en campo	100 % suministro	Ausencia de fugas exteriores o desperfectos tras el ensayo	Certificado del fabricante (e. fábrica)

- Se entregará certificado de materiales 2.1 según UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de la totalidad del suministro.
- El no cumplimiento de alguno de los parámetros de calidad exigidos en el presente pliego podrá ser objeto de rechazo del pedido o de la devolución del material defectuoso. En cualquiera de los casos el fabricante tendrá que subsanar las incidencias detectadas en el plazo máximo de 15 días naturales asumiendo todos los costes derivados, incluidos los de transporte de nuevo al taller o fábrica y vuelta a la obra.

Además, el fabricante deberá facilitar los informes que acrediten la elaboración y los resultados positivos de los ensayos siguientes, realizados por un organismo competente:

- Cumplimiento del Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.
- El recubrimiento cumplirá los ensayos recogidos en la norma UNE-EN 14901:2015+A1:2021 «Tuberías, racores y accesorios de fundición dúctil. Recubrimiento epoxi (alta resistencia) para racores y accesorios de fundición dúctil. Requisitos y métodos de ensayo».

3.3.46.5.2 Control de calidad

El promotor podrá realizar los ensayos y/o comprobaciones que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el promotor realizase ensayos o comprobaciones sobre elementos

seleccionados y estos no cumplieren con las especificaciones exigidas en el pliego y cuadro de unidades de la misma, el coste de la realización de los mismos correrá por cuenta del fabricante. También correrá por cuenta del fabricante la reposición de los elementos objeto de ensayo por otros nuevos con las mismas características.

El fabricante realizará en sus instalaciones los ensayos completos conforme la norma UNE-EN 1074:2001, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación, como mínimo, al 10 % de unidades de cada uno de los tipos de ventosas que componen cada actuación concreta (sobre elementos elegidos por representantes del promotor sobre el total del suministro de cada tipo de ventosa y de purgador, entendiéndose por tipo de ventosa el diámetro nominal y como tipo de purgador el orificio de purga. Asimismo, el fabricante avisará de la fecha de realización de dichos ensayos completos con un mínimo de 10 días de antelación para que, en el caso de que el promotor lo considere necesario, pueda enviar a un representante del promotor para presenciarlas, sin coste alguno para el promotor.

Se entiende por ensayo completo un ensayo de prueba hidrostática y estanquidad, según norma UNE-EN 1074-1 y 4, Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Partes 1 y 4, y un ensayo de prueba neumática cuando el Pliego Especifico de la actuación así lo requiera.

3.3.46.5.3 *Pruebas de funcionamiento*

Durante las pruebas de funcionamiento de la instalación se comprobará que las válvulas no sufren daños ni movimiento alguno, ni se aprecian fugas por las juntas de estanquidad.

3.3.47 **Filtros cazapiedras**

Los filtros cazapiedras se dispondrán en las agrupaciones después de la válvula de corte de mariposa y antes de los caudalímetros de las tomas para eliminar cualquier tipo de impurezas que pudieran afectarle a ésta.

3.3.47.1 Normativa y generalidades

- Apartado 6.2.2 Static pressure test, del estándar ISO 9912-2:2013. Agricultural irrigation equipment — Filters for microirrigation — Part 2: Strainer-type filters and disc filters.
- UNE 1092:1998, partes 1 a 4. Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN.
- DIN 2576 en caso de no disponer de UNE 1092.

3.3.47.2 Especificaciones generales del producto

3.3.47.2.1 *Marcado y documentación*

El fabricante/proveedor debe aportar también el manual de instrucciones y la hoja de características del equipo donde conste la siguiente información:

- Marca, modelo y fabricante.
- Presión máxima de trabajo (Bar).
- Grado de filtración (paso de la malla en mm).
- Gráfica estándar de pérdidas de carga con medio filtrante limpio según caudales (mca).

Adicionalmente, y con anterioridad a su instalación en obra, se deben proporcionar los datos del filtro necesarios para determinar sus requisitos de instalación:

- Tamaños de las bridas.
- Distancias entre conexiones.
- Cualquier otra información que sea relevante para su instalación satisfactoria en obra.

3.3.47.2.2 *Forma de operación*

La filtración es producida físicamente por la retención de partículas de tamaño superior al orificio de la malla. La limpieza del cartucho se producirá manualmente tras la extracción del filtro. Se limpiará mediante agua a presión o cepillo de cerdas.

Para facilitar la limpieza del filtro en la tapa que facilita la extracción del cartucho incorporará una salida roscada, acoplamiento de T y dos válvulas de bola.

3.3.47.2.3 *Materiales de fabricación*

Las partes del filtro que estén en contacto con el agua deberán estar fabricadas con materiales no tóxicos y deberán ser resistentes a o protegidas contra la corrosión y otras formas de degradación causadas por las condiciones de trabajo, el tipo de agua y los productos químicos utilizados en el riego agrícola. La carcasa del filtro deberá ser resistente a las condiciones ambientales.

El cuerpo y tapa de del filtro será Fundición dúctil EN-GJS-400-15 (GGG40), con tornillos y arandelas de acero inoxidable A2 (AISI 304). Tapón de Acero inoxidable A2 (AISI 304). Juntas de Caucho EPDM. Malla Acero inoxidable A2 (AISI 304)

Se establecen, como requisito mínimo, tanto para los acabados interiores como exteriores, chorreado Sa2½ en ambos y granallado, para su posterior imprimación con pintura epoxi. El número de capas de pintura, las características de la misma, y el espesor final requerido en base resina epoxi electrostática con espesor medio 250 micras.

La conexión será mediante bridas. El acoplamiento entre bridas será conforme a la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bidas de acero, PN 6, PN 10 y PN 16. Cuerpo con bridas caras planas.

3.3.47.2.4 *Naturaleza del fluido*

El filtro debe ser apto para agua de riego.

3.3.47.2.5 *Pérdida de carga máxima*

Se establece que la pérdida de carga máxima admisible a caudal máximo será de 1,5 mca.

3.3.47.3 *Especificaciones específicas de la obra*

Se requieren picajes para conexiones a tomas manométricas y para purgador en la tapa.

3.3.47.3.1 *Medio filtrante*

Deben definirse los requisitos de la obra en cuanto a las características requeridas para el medio filtrante. Para especificar el filtro requerido, será necesario especificar lo siguiente:

- Material del elemento filtrante: malla de acero inoxidable AISI304
- Luz o paso de la malla necesaria: Los pasos de malla serán de 2 mm

3.3.47.3.2 *Presiones de diseño.*

Serán timbraje PN16.

3.3.47.3.3 *Carga, transporte y descarga*

El ritmo de suministro se establecerá con arreglo a las necesidades de material establecidas en la programación de la obra.

La carga de los materiales se realizará de modo de que no sufran golpes ni raspaduras, quedan perfectamente inmovilizados sobre la caja del camión, con la finalidad de que durante el transporte no se produzcan daños en los materiales.

La descarga se realizará mediante el empleo de medios mecánicos adecuados a los pesos de las piezas correspondientes. La sujeción se realizará de modo que los elementos no sufran concentraciones de tensión en un reducido número de puntos de enganche. Tampoco se deben producir durante la descarga condiciones de apoyo sensiblemente diferentes a las de trabajo normal de las piezas.

La descarga se realizará depositando el elemento sin brusquedades y de modo que quede en el acopio apoyado perfectamente en la mayor superficie posible.

Se adoptarán las medidas de seguridad oportunas para que el personal no corra riesgo de accidentes.

3.3.47.3.4 *Recepción en obra*

Cada entrega irá acompañada de un albarán en el que figurarán, como mínimo, los datos siguientes:

- Identificación del suministrador.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre del fabricante de procedencia.
- Identificación del peticionario por parte del promotor y de la obra destino.
- Fecha y hora de entrega.
- Tipo y cantidad de materiales suministrados.
- Identificación del lugar de suministro.
- Identificación del camión que transporta el suministro.

El promotor inspeccionará uno a uno todos los materiales suministrados, haciendo constar por escrito las incidencias que se observen al suministrador.

Se marcarán aquellos materiales que presenten algún tipo de deterioro para evitar su uso y se acopiarán a parte de los materiales aceptados, notificando al suministrador para que proceda a su sustitución inmediata o a su recogida sin sustitución, a opción del promotor.

Todos los gastos de transporte derivados de la retirada y/o sustitución de materiales defectuosos, incluidos la carga y descarga, irán a cargo del fabricante.

3.3.47.4 *Plan de aseguramiento de la calidad*

3.3.47.4.1 *En fábrica*

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1b según norma UNE-EN 10204:2006. Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, garantizando que las mallas filtrantes son de acero inoxidable AISI 304 conforme la norma UNE-EN 10088:2015. Aceros Inoxidables, y los cuerpos del filtro son de Acero de carbono con cubrimiento Epoxy protección C3 conforme con la norma EN 10025:2006. Productos laminados en caliente de aceros para estructuras, no será necesario realizar el control de calidad de la chapa de acero. En caso contrario se aportará 1 unidad de cada 25 unidades por cada tipo de filtro, para que la empresa ejecutora realice el control oportuno.

El fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente y realizará el control de calidad de los materiales y del proceso de fabricación mediante el siguiente programa de puntos de inspección.

Tabla 49. Programa puntos inspección filtros

Núm.	Inspección	Procedimiento	Observaciones
1	Materiales		
1.1	Inspección de materiales a la llegada a la instalación.	Según albaranes y certificados de materiales.	
2	Otros ensayos		
2.1	Control dimensional final	Según planos aportados previamente	Realizado por el responsable del equipo de montaje.
3	Documentación		
3.1	Documentación final	Entrega de la documentación (planos constructivos, hoja de características y manual de explotación y mantenimiento).	Al finalizar la fabricación, incluye certificado de resultados del resto de ensayos de este PPI, declaración de conformidad UE y certificado de garantía.

3.3.47.4.2 En la instalación

No se definen.

3.3.48 Piezas especiales en calderería

Las piezas especiales en calderería de acero, se ejecutarán en taller en lo referente a sus dimensiones, curvatura y espesor. Los materiales a emplear para los distintos elementos serán:

- Tubos y chapas de acero al carbono S 275 JR o S 235 JR

Conforme a la norma «UNE-EN 10025-2:2020 Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados».

Los tubos serán tubos normalizados, fabricados bajo la norma «UNE-EN 10224:2003 Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro». Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma «UNE-EN 10220:2004 Tubos lisos de acero soldados y sin soldadura. Dimensiones y masas por unidad de longitud».

Esta norma especifica los requisitos para los productos indicados a continuación, utilizados para el transporte de líquidos acuosos, incluyendo el agua destinada al consumo humano:

- tubos soldados y sin soldadura de acero no aleado;
- preparación de los extremos de los tubos para soldadura a tope;
- accesorios fabricados a partir de tubo;
- accesorios fabricados a partir de chapa o banda

Esta norma europea ampara una gama de diámetros exteriores de tubo comprendida entre 26,9 mm y 2.743 mm.

De acuerdo con la norma UNE-EN 10224, se podrán utilizar tres tipos de acero: L235, L275 y L355. Los aceros S235 y S275 de la norma UNE-EN 10025 equivalen aproximadamente a los aceros L235 y L275. El acero empleado debe ser no aleado y completamente calmado, según se indica en la norma UNE-EN 10020. Además, será apto para el soldeo, según lo indicado en la norma UNE-EN 10025.

Se utilizarán preferentemente tubos normalizados para la construcción de las piezas especiales.

Bajo la norma UNE-EN 10224 se fabrican 4 tipos de tubos según el tipo de soldadura (ver Tabla A.1 de la norma EN 10224 a continuación). Sería conveniente especificar para cada rango de diámetros y espesores mínimos del proyecto (tabla 66) el tipo de tubo que se requiere. Es habitual:

- Tubos soldados longitudinalmente (hasta DN 600)
- Tubos soldados helicoidalmente (desde DN 600) (Esta sería la tubería del apartado 3.3.37 Tubería de acero)

La soldadura, en el caso de los tubos soldados a tope por presión, es siempre longitudinal, mientras que en los soldados por inducción o arco sumergido puede utilizarse también la soldadura helicoidal.

Se recomienda que las bobinas de chapa laminada empleadas en la obtención de los tubos soldados estén constituidas por una única pieza, no debiendo admitirse que estén formadas por trozos soldados, excepto en los tubos con soldadura helicoidal por arco sumergido en los que sí son aceptables las soldaduras de empalmes de bobinas, siempre que dichas soldaduras hayan sido realizadas por el mismo proceso y sometidas a iguales controles que las del propio tubo.

Tabla 50. Dimensiones tubo y espesor

- 43 -

EN 10224:2002

ANEXO A (Informativo)

GAMA DE DIMENSIONES SEGÚN EL PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE LOS TUBOS

La tabla A.1 proporciona una indicación de las gamas de dimensiones y espesores generalmente disponibles según los procedimientos de fabricación amparados por esta norma europea. Dimensiones y espesores no recogidos en las gamas indicadas también pueden estar disponibles.

Tabla A.1
 Dimensiones de tubos generalmente disponibles según los
 procedimientos de fabricación amparados por esta norma europea

Dimensiones en milímetros:

Procedimiento de fabricación	Gama de diámetro exterior	Gama de espesor
Sin soldadura (S)	26,9 – 711	2,0 – 100
Soldadura a tope (BW)	26,9 – 114,3	2,0 – 6,3
Soldadura eléctrica (EW)	26,9 – 610	1,4 – 16
Soldadura por arco sumergido (SAW)	168,3 – 2743	6,3 – 50

➤ **Bridas normalizadas de acero al carbono S 235 JR**

En cuanto a las bridas, todas ellas serán realizadas por un fabricante y normalizadas conforme a la norma “UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero y soldadas posteriormente en taller”. La normativa a seguir acerca de bridas será la siguiente:

- Brida Plana EN 1092-1 Tipo 01 PN 6 (antigua DIN 2573)
- Brida plana EN 1092-1 Tipo 01 PN 10 (antigua DIN-2576)
- Brida plana EN 1092-1 Tipo 01 PN 16 (antigua DIN-2502)
- Brida plana EN 1092-1 Tipo 01 PN 25 (antigua DIN-2503)

- Brida ciega EN 1092-1 Tipo 05 (antigua DIN-2527)
- Brida loca EN 1092-1 Tipo 02 PN6/PN40 (antigua DIN-2652)
- Brida loca y aro EN 1092-1 & Tipo 03+32 (antigua DIN 2642+aro plano)

➤ **Tornillería calidad 8.8 cincada**

Los tornillos, tuercas, arandelas y varillas roscadas serán de acero zincado de calidad 8.8 conforme al Epígrafe 3.3.21. El espesor mínimo del revestimiento del cincado que debe tener la tornillería será de un mínimo de 25 micras (condiciones de servicio en exterior exigentes según UNE-EN ISO 2081:2018 Recubrimientos metálicos y otros recubrimientos inorgánicos. Recubrimientos electrolíticos de cinc con tratamientos suplementarios sobre hierro o acero).

Todos los tornillos ordinarios de calidad superior o igual a 5.6 deben llevar en la cabeza: la marca del fabricante y la clase de calidad. Las tuercas de calidad superior o igual a 5 deben llevar: la clase de calidad.

➤ **Uniones a tuberías**

- A tuberías de acero: Mediante bridas o soldadura
- Tuberías de PVC: mediante bridas y/o juntas tóricas
- Tuberías de PEAD: mediante bridas-valona y juntas planas

➤ **Espesores.**

Los espesores mínimos a emplear en las piezas serán los siguientes según la norma UNE-EN 10224:2003/A1:2006, Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro (si bien también se usan habitualmente la DIN 2458 o la AP 5L).

Tabla 51. Espesores mínimos

Ø ≤ 250 mm	e = 4 mm
300-400 mm	e = 5 mm
500-600 mm	e = 6,3 mm
700-800 mm	e = 7,1 mm
900-1000 mm	e = 8 mm
1100-1200 mm	e = 8,8 mm

Las piezas podrán ser sometidas a una prueba hidrostática para comprobar su estanqueidad y/o a la comprobación de su soldadura.

Los espesores del material suministrado (piezas y tubos), nunca podrán ser inferiores a los indicados en las tablas anteriores. Para usar los tubos normalizados (la Tabla 4 de la norma EN 10224) el adjudicatario ira a el espesor igual o inmediatamente superior al que está definido en la tabla anterior.

Tabla 52. Tabla 4 de la norma EN 10224

DN			Espesor nominal, e (mm)																							
Serie 1	Serie 2	Serie 3	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	4,0	4,5	5,0	5,4	5,6	6,3	7,1	8,0	8,8	10,0	11,0	12,5	14,2	16,0	17,5	20,0	22,2	25,0	
26,9		30,0																								
	31,8																									
33,7	32,0																									
	38,0	35,0																								
42,4	40,0																									
		44,5																								
48,3	51,0	54,0																								
	57,0																									
60,3	63,5																									
	70,0	73,0																								
76,1		82,5																								
88,9	101,6																									
		108,0																								
114,3	127,0																									
	133,0																									
139,7		141,3																								
		152,4																								
168,3		159,0																								
		177,8																								
219,1		193,7																								
		244,5																								
273,0																										
323,9																										
355,6																										
406,4																										
457,0																										
508,0																										
	610	559,0																								
	660																									
	711																									
	762																									
	813																									
	864																									
	914																									
	1.016																									
	1.067																									
	1.118																									
	1.168																									
	1.219																									
	1.321																									
	1.422																									
	1.524																									
	1.626																									
	1.727																									
	1.829																									
	1.930																									
	2.032																									
	2.134																									
	2.235																									
	2.337																									
	2.438																									
	2.540																									
	2.642																									
	2.743																									

Serie 1: Diámetros para los que las piezas especiales necesarias están normalizadas
 Serie 2: Diámetros para los que las piezas especiales necesarias no están normalizadas
 Serie 3: Diámetros para aplicaciones especiales para los que existen muy pocas piezas especiales normalizadas

➤ Piezas de conexión

Denominamos piezas de conexión a aquellas cuyo único objeto es unir dos tubos de distinto diámetro o dirección, es decir, quedan excluidas de las mismas las juntas o uniones ordinarias, incluyéndose, en cambio, las piezas de cambio de sección, derivaciones y curvas.

Para el diseño se tomarán como referencia las recomendaciones contenidas en el MANUAL de AWWA «M-11 Steel Pipe. A guide for Design and Installation» (más restrictivo que la UNE-EN 10224).

- Codos angulares con gajos cada 22,5°
- Longitud mínima de las reducciones
- Selección de los refuerzos de los injertos y las dimensiones de los mismos

- Cambios de sección

Los cambios de sección deben verificarse mediante una pieza troncocónica, de modo que los pasos de un diámetro a otro se realicen sin brusquedades, con el fin de evitar en lo posible turbulencias y cavitaciones en el interior de la conducción. En consecuencia, se adoptarán los siguientes valores numéricos, para las dimensiones de estos cambios de sección:

Tabla 53. Relación longitud de la pieza y diferencia de diámetro

	Aconsejable	Mínimo
Aumento de sección	10	5
Disminución de sección	máx. posible	5

La longitud del cono de reducción para diámetros de 400 mm y superiores será en base a la norma ANSI/AWWA C208-01. $L = 4 (D1 - D2)$.

- Uniones en Té.

Se llama así a las derivaciones en ángulo recto, entre las que siempre serán preferibles aquellas que presenten una superficie interior sin aristas vivas, verificándose el paso del agua de uno a otro tubo, con las menores pérdidas de carga. Se recomienda que en el plano de sección que pasa por los ejes de las tuberías, el radio de acuerdo sea de cuatro a cinco veces el radio del ramal derivado, abocinándose el resto, de modo que la superficie de transición sea siempre tangente a éste, a lo largo de la misma directriz.

- Derivaciones en cruz

Tienen por objeto derivar de una tubería, dos, en dirección perpendicular a la misma. Las superficies de unión de las derivaciones con el tubo principal reunirán las condiciones ya citadas anteriormente en el presente Pliego, y si hubiera reducción de diámetro a partir del punto de derivación, éste se hará con las prescripciones dadas.

- Otras derivaciones

Todas las derivaciones no incluidas en los dos epígrafes anteriores presentarán una superficie interior sin aristas viva, efectuándose el paso del agua con la menor pérdida de carga posible.

El radio del acuerdo 2 a 2,5 veces el diámetro del ramal derivado, abocinándose la transición de modo que su superficie sea tangente al ramal derivado.

- Codos

En las piezas de fabricación especial se admitirán codos de cualquier ángulo.

Si la desviación que se exige en el trazado de la tubería no coincide con ninguno de los ángulos en serie, se conseguirá la diferencia mediante la tolerancia de las juntas, formando una poligonal de amplio radio, con el fin de evitar en lo posible los codos suplementarios.

Se admitirán codos angulares formados por gajos, en base a la norma UNE EN 10224. Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. El número de gajos en función del ángulo queda definido de la siguiente manera:

Para ángulo $\leq 30^\circ$ -> 2 gajos

Para $30^\circ < \text{ángulo} \leq 60^\circ$ -> 3 gajos

Para $60^\circ < \text{ángulo} \leq 90^\circ$ -> 4 gajos

Para el radio de curvatura se indica que para tubos de diámetro mayor o igual a 457 mm, el radio de curvatura R no debe ser inferior a 1,0 D. Para cualquier otra condición el radio de curvatura R no debe ser inferior a 1,5 D.

➤ **Revestimiento.**

Las piezas de acero se protegerán, como todo elemento metálico, en defensa contra la corrosión, exterior e interiormente con protección mediante tratamiento a base de pintura epoxi o por galvanizado.

Todas las piezas especiales incluidas las garras de las reducciones y de los carretes de anclaje de las válvulas estarán revestidas, tanto interior como exteriormente, tal y como se indica a continuación:

1. Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.

2. Pintado con pintura epoxi, con espesor mínimo de 200 micras. El espesor final medio no será inferior a 200 micras.

El sistema de pintura a aplicar deberá ser adecuado para la protección contra la corrosión, conforme a la norma UNE-EN ISO 12944-1:2018, Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 1: Introducción general. (ISO 12944-1:2017). Se tendrán en cuenta los siguientes factores: tipo de superficie a ser protegida, proceso de sistema de pintado, corrosividad del medio ambiente y durabilidad.

Se requerirá que el sistema de protección empleado sea, como mínimo, de la categoría C3 y durabilidad VH (muy alta). El espesor de epoxi será mínimo de 200 micras

En caso de equipos a instalar en el interior de arquetas con o sin tapa o drenaje, estos se considerarán incluidos en la categoría Im1 (agua dulce), en cuyo caso la preparación de superficies debe ser Sa 3 (cuando se trate de sistemas C4 o Im1 a Im4 de durabilidad alta o muy alta). Se aplicarán dos capas de epoxi hasta alcanzar 350 micras.

Las piezas especiales que queden enterradas serán recubiertas exteriormente por hormigón (excepto las bridas) que servirá tanto para protección contra la corrosión como anclaje de las piezas especiales.

Para elementos galvanizados el espesor mínimo exigido será de 80 micras, según norma UNE EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009).

3.3.48.1 Ejecución de soldaduras

El fabricante poseerá registro de cualificación del procedimiento de soldadura y certificados de

cualificación de los soldadores en vigor, emitidos por Organismo Autorizado y según la norma UNE-EN ISO 9606 correspondiente o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente.

El proceso de soldadura se realizará por personal cualificado conforme a la norma UNE-EN ISO 9606-1:2017, Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros, o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente.

Las soldaduras serán realizadas bajo procedimiento de soldadura homologado, según normativa europea UNE-EN ISO 15609-2:2020, especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Especificación del procedimiento de soldeo. Parte 2: Soldeo por gas. La documentación exigida por la Dirección de Obra será:

- Especificación de procedimiento de soldadura.
- Registro de cualificación de procedimiento de soldadura.
- Certificados de cualificación de operarios soldadores.

Los consumibles de soldeo deberán cumplir la norma UNE-EN ISO 14343:2017, Consumibles para el soldeo. Electrodo de alambre, electrodos de banda, alambres y varillas para el soldeo por fusión de aceros inoxidables y resistentes al calor. Clasificación. (ISO 14343:2017). Los consumibles deben mantenerse libres de contaminantes y deben ser almacenados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Se realizarán ensayos no destructivos en el 100% de las soldaduras, mediante la aplicación de líquidos penetrantes según norma UNE-EN ISO 3452-1:2022, ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales. (ISO 3452-1:2013, versión corregida 2014-05-01. El criterio de aceptación utilizado en los ensayos, será del nivel 1 según la norma UNE-EN ISO 23277:2015, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo mediante líquidos penetrantes. Niveles de aceptación. (ISO 23277:2015) será el 2X.

Se realizarán también inspecciones visuales sobre el 100% de las soldaduras según la norma UNE-EN ISO 17637:2017, Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Examen visual de uniones soldadas por fusión. (ISO 17637:2016), la finalidad de estas inspecciones será verificar la ausencia de imperfecciones en los cordones, durante todas las fases de la soldadura. El nivel de aceptación será el B, según la norma UNE-EN ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 5817:2014)

3.3.48.2 Control de calidad

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 según la norma UNE-EN 10204:2006, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección, de todos los elementos metálicos, conforme la normativa específica en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad del acero, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante aportará con el primer envío 3 probetas de tamaño suficiente o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no aporte el certificado correspondiente, para que la empresa ejecutora realice los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

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

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

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

En la siguiente tabla se resume el control de calidad a realizar:

Tabla 54. Control de calidad para piezas especiales y calderería

Operación, material o entidad inspeccionada: parámetro	Método o Norma	Frecuencia y/o limitaciones	Criterios de aceptación	Tipo de control o método de inspección
ACERO				
Tipo de acero, características mecánicas y composición química	UNE-EN 10204	Por cada tipo de producto metálico	Acero del tipo especificado	Comprobación del Certificado 3.1/Certificado de producto entregado por el fabricante según los requisitos del pedido
	UNE-EN 10025	Envío de 3 muestras por tipo de acero	Acero del tipo especificado	Ensayo de laboratorio
TUBOS DE ACERO				
Tubo de acero	Según norma de producto	Por cada tipo y diámetro de tubo	Cumplimiento de características de la norma de producto	Comprobación del Certificado 3.1/Certificado de producto entregado por el fabricante según los requisitos del pedido
Características geométricas	Según norma de producto	Por cada tipo y diámetro de tubo	Cumplimiento de características de la norma de producto	Ensayo en laboratorio
Características mecánicas	UNE-EN ISO 6892-1:2020	Por cada tipo y diámetro de tubo	Cumplimiento de características de la norma de producto	Ensayo en laboratorio

Composición química	UNE 7014:1950	Por cada tipo y diámetro de tubo	Cumplimiento de características de la norma de producto	Ensayo en laboratorio
BRIDAS				
Bridas de acero	Según tipo de producto	Por cada tipo, diámetro y presión nominal de brida	Cumplimiento de características de la norma de producto	Comprobación del Certificado 3.1/Certificado de producto entregado por el fabricante según los requisitos del pedido
SOLDADURAS EN FÁBRICA/TALLER				
Control documental: .- Específicas de procedimiento de soldadura. .- Registro de cualificación de procedimiento de soldadura. .- Certificados de cualificación de soldadores y de operadores de soldeo. .- Certificados de calidad de materiales base y de consumibles de soldeo. .- Procedimientos de ensayo no destructivo. .- Informes de ensayos no destructivos	No se especifica	Por suministro	Validez de la documentación entregada según normativa y requisitos de pedido	Control de la documentación entregada por el fabricante
Calidad de las soldaduras controlada mediante inspección visual según UNE-EN ISO 17637:2017	UNE-EN ISO 5817:2014	100% de las soldaduras	Nivel de aceptación B	Inspección visual en fábrica/taller
Calidad de las soldaduras controlada mediante líquidos penetrantes según UNE-EN ISO 3452-1:2022	UNE-EN ISO 23277:2015 y UNE-EN ISO 5817:2014	100% de las soldaduras	Nivel de aceptación 2X según UNE-EN ISO 23277:2015 y nivel B según UNE-EN ISO 5817:2014	Ensayo en fábrica/taller
REVESTIMIENTO				
Sistema de pintura	No se especifica	Por suministro	Validez de la documentación entregada según normativa y requisitos de pedido	Comprobación del Certificado 3.1/Certificado de producto entregado por el fabricante según los requisitos del pedido
Control del granallado	UNE-EN ISO 8501-1:2008	100% de los colectores de las agrupaciones y 10% del resto de piezas del contrato	Nivel de aceptación clase 0 ó 1 según UNE-EN ISO 2409:2021	Ensayo en fábrica/taller
Piezas especiales y calderería: Espesor de pintura	UNE-EN ISO 2808:2020	100% de las piezas	Espesor medio superior al mínimo según norma y requisitos del pedido (superior a 200 micras)	Ensayo en fábrica/taller
Piezas especiales y calderería: Adherencia del revestimiento. Corte por enrejado	UNE-EN ISO 2409:2021	100% de los colectores de las agrupaciones y 10% del resto de piezas del contrato	Nivel de aceptación clase 0 ó 1 según UNE-EN ISO 2409:2021	Ensayo en fábrica/taller
Piezas Especiales y calderería: Corrosión en atmósferas artificiales. Ensayo de niebla salina	UNE-EN ISO 9227:2017	Al menos 3 piezas	Ensayo durante al menos 168 h. Una vez transcurrido este tiempo no se presentarán defectos evaluados	Ensayo en laboratorio

				de acuerdo con las normas UNE-EN ISO 4628-1:2016 diferentes a la clasificación 0 ó 1	
GALVANIZADO					
Piezas especiales y calderería: Espesor de cinc	UNE-EN 1461:2010	ISO	3 muestras	Espesor especificado	Ensayo de laboratorio o en fábrica/taller
Piezas especiales y calderería: Adherencia del revestimiento. Corte por enrejado	UNE-EN 2409:2021	ISO	100% de las piezas	Nivel de aceptación clase 0 ó 1 según UNE-EN ISO 2409:2021	Ensayo en fábrica/taller

3.3.48.2.1 Inspección visual

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

3.3.48.2.2 Comprobación del espesor

Se comprobará el espesor del revestido en todas las piezas, con un medidor de corriente de Foucault conforme lo indicado en la norma UNE-EN ISO 2808:2020, Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película. (ISO 2808:2019), comprobando que en todos los casos el espesor medio es superior al especificado en el apartado correspondiente del presente pliego.

3.3.48.2.3 Adherencia

Se realizarán un control del 100% de los colectores de las agrupaciones y al menos un 10% del resto de las piezas, mediante ensayos de adherencia por el método del corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:2021, Pinturas y barnices. Ensayo de corte por enrejado. (ISO 2409:2020), sobre probetas de 100x100mm. La clasificación obtenida deberá ser tipo 0 ó 1 según la tabla 1 de dicha norma.

3.3.48.2.4 Corrosión

Se ensayarán como mínimo, tres probetas de 150x100mm en cámara de niebla salina conforme la norma UNE-EN ISO 9227:2017, Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayos de niebla salina. (ISO 9227:2017), durante al menos 48h. Una vez transcurrido este tiempo no presentarán defectos evaluados de acuerdo con las normas UNE-EN ISO 4628-2:2016 a UNE-EN ISO 4628-5:2016, Pinturas y barnices. Evaluación de la degradación de los recubrimientos. Designación de la intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos, diferentes a la clasificación 0 ó 1.

3.3.49 Carretes de desmontaje telescópicos

El carrete de desmontaje permite la instalación o desmontaje de cualquier tipo de elemento embreadado. Compensa el desplazamiento axial del tubo durante la instalación o desmontaje. Los materiales y calidades requeridos a estos elementos serán:

- Junta de estanqueidad tórica de EPDM
- Bridas de acero al carbono S 275 JR conforme a la norma UNE-EN 10025-2:2020, Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados.
- Virola de acero inoxidable AISI 304
- Bridas según norma UNE-EN 1092-1:2019, Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero.
- Revestimiento de epoxi-poliéster con un espesor de la pintura mínimo de 125 μ tanto interior como exteriormente.
- Varillas de acero de calidad 8.8
- Tuercas y arandelas de acero calidad 8.8

El tratamiento anticorrosivo y de acabado que se aplica en los carretes consiste en un proceso de granallado de superficies y posterior recubrimiento de Epoxi-Poliéster Polvo, polimerizado posteriormente en horno a 210^o C de temperatura.

A todos los carretes se les someterá en fábrica a una prueba hidráulica de presión a 1,5 x PN.

Las longitudes de montaje indicativas y las tolerancias de montaje mínimas serán las siguientes:

Tabla 55. Longitud y tolerancia de montaje

DN (mm.)	Longitud montaje (mm.)	Tolerancia montaje (+/- mm).
50 a 150	200	30
200 a 450	280	40
500 a 700	330	50
800 a 1000	400	60

3.3.50 Collarines de toma

Serán empleados para las derivaciones de las ventosas hasta diámetro máximo de 630 mm (incluido).

Para tuberías de ≤ 90 mm de diámetro donde las ventosas serán de 25 mm se emplearán collarines de polipropileno con salida roscada con tornillería de acero inoxidable A-2.

Para diámetros mayores serán de fundición dúctil GGG50, con recubrimiento interior completo de goma EPDM. Los tornillos y arandelas serán de acero inoxidable A-2 y roscados al cuerpo del collarín. Estarán recubiertos con resina epoxi aplicada electrostáticamente interior y exteriormente con un mínimo de 250 micras. Los diámetros hasta 250 mm tendrán salida roscada y los mayores a brida conforme a la norma UNE-EN 1092-1:2019, Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bidas de acero, PN 6, PN 10 y PN 16. Cuerpo con bidas caras planas.

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

Si el fabricante posee Certificado de Calidad de Producto, aportará los resultados de los ensayos obtenidos con cada envío de válvulas.

El control del revestido se realizará conforme lo especificado en el presente pliego para piezas especiales en calderería (Epígrafe 3.3.48).

3.3.51 Uniones Gibault y uniones para reparación de tuberías

Especificaciones técnicas:

.- Cuerpo: fundición nodular EN-JS1050 (EN-GJS 400-17, GGG-50), conforme la norma UNE-EN 1563:2019 Fundición de grafito esferoidal.

.- Tornillos: acero bicromatado de calidad 6.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015

Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino. (ISO 898-1:2013).

.- Tuercas: acero bicromatado de calidad 6 conforme la norma UNE-EN ISO 898-2:2013 Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 2: Tuercas con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino. (ISO 898-2:2012).

.- Juntas: EPDM conforme la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3: 2006 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.

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

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

3.3.52 Prefabricados de hormigón

Se incluyen en este apartado a las arquetas para válvulas e hidrantes y las arquetas eléctricas.

3.3.52.1 Normativa y generalidades

- Reglamento de Productos de Construcción nº305/2011 (RPC). Este reglamento establece los requisitos básicos que deben cumplir las obras de construcción en las que se incorporan los productos de construcción, entre ellos los prefabricados de hormigón, para los que define las condiciones armonizadas de marcado de los productos y la información que hay que suministrar para su comercialización en el mercado europeo.

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación
- UNE-EN 13369:2018 Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón
- UNE 127916:2020 Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, de hormigón armado y hormigón con fibra de acero. Complemento nacional a la Norma UNE-EN 1916:2008
- UNE-EN 1916:2008 Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero

3.3.52.2 Calidad de los materiales

Los materiales que componen los prefabricados serán de calidad igual o superior a lo especificado en el presente Pliego para los componentes de hormigones y morteros.

3.3.52.3 Control de calidad

La superficie de las piezas no presentará daños que pudieran influir negativamente en su comportamiento estructural, estanqueidad o durabilidad.

No se admitirán piezas en las que se detecten coqueas, nidos de grava u otros defectos que por sus características pudieran considerarse inadmisibles en relación a lo exigido en el presente Pliego.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 206:2013+A2:2021, Hormigón. Especificaciones, prestaciones, producción y conformidad, o Certificado de Calidad de los materiales anteriormente expuestos conformes a la normativa correspondiente, no será necesario realizar un control de calidad de los materiales. Se aportará certificado del producto entregado por el fabricante según los requisitos del pedido. En caso contrario se realizará el siguiente control, que será llevado a cabo por un Laboratorio de Control externo acreditado.

3.3.52.3.1 *Áridos, agua, aditivos, cemento, hormigón y armado*

Cumplirán lo especificado anteriormente en el presente Pliego.

3.3.52.3.2 Control dimensional

Como mínimo se comprobarán dimensionalmente en el momento de recepción en obra el 2% de los prefabricados, que cumplirán las especificaciones siguientes dependiendo de la dimensión a comprobar (d):

- Dimensión menor o igual a 50 cm, tolerancia < 2 cm.
- Dimensión mayor de 50 cm y no mayor de 2 m, tolerancia < 3,5 cm.
- Dimensión mayor de 2 m, tolerancia < 4 cm.

3.3.52.4 Acopios

Los lugares de acopio de los prefabricados se establecerán de manera que los desplazamientos de todo tipo de prefabricados dentro de la obra, sean lo más reducidos posibles, debiéndose situar si es posible, en las proximidades de sus emplazamientos definitivos.

La altura de los acopios estará en relación a la resistencia de cada elemento, de modo tal que no se produzcan roturas por sobrepeso de la pila de almacenamiento.

Se procurará que los elementos prefabricados lleguen a obra con suficiente madurez para garantizar su buen estado en el momento de su colocación.

3.3.52.5 Transporte y manipulación

El transporte de los prefabricados se realizará de modo que las piezas no sufran daños, golpes o raspaduras, quedando perfectamente inmovilizadas sobre la caja de los camiones, para que en el transporte no se puedan producir movimientos.

La descarga se realizará mediante el empleo de medios mecánicos adecuados a los pesos de las piezas correspondientes. La sujeción se realizará de modo que los elementos no sufran concentraciones de tensión en un reducido número de puntos de enganche.

La descarga se realizará depositando el elemento sin brusquedades y de modo que quede en el acopio apoyado en la mayor superficie posible.

En la manipulación de las piezas se evitará el arrastre de los elementos, suspendiendo las piezas convenientemente en cada caso de modo que las condiciones de sustentación y el grado de madurez del hormigón sean tales que se evite el riesgo de roturas o deformaciones.

3.3.52.6 Marcado de los prefabricados

Todos los prefabricados estarán correctamente marcados e identificados con, como mínimo el número de lote.

3.3.53 **Instalaciones eléctricas en baja tensión**

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

3.3.53.1 Canalizaciones eléctricas

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las

cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

3.3.53.1.1 *Conductores aislados bajo tubos protectores*

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 61386-21:2022, Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 21: Requisitos particulares. Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 61386-22:2005/A11:2011, Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 22: Requisitos particulares. Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 61386-23:2005/A11:2011, Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 23: Requisitos particulares. Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 61386-24:2011, Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 24: Requisitos particulares. Sistemas de tubos enterrados bajo tierra.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos. La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60423:2008, *Sistemas de tubos para la conducción de cables. Diámetros exteriores de los tubos para instalaciones eléctricas y roscas para tubos y accesorios*. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-61386-24:2011, *Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 24: Requisitos particulares. Sistemas de tubos enterrados bajo tierra*. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación del Reglamento (UE) n ° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.

3.3.53.1.2 *Tubos en canalizaciones fijas en superficie*

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
- Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <1 mm
- Resistencia a la penetración del agua verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °	2	Contra gotas de agua cayendo
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos media y compuestos	2	Protección interior y exterior
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

3.3.53.1.3 *Tubos en canalizaciones enterradas*

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Característica	Código	Grado
----------------	--------	-------

- Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
- Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
- Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
- Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <1 mm
- Resistencia a la penetración del agua lluvia	3	Contra el agua en forma de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos media y compuestos	2	Protección interior y exterior
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como, por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como, por ejemplo, calzadas y vías férreas.

3.3.53.1.4 Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

3.3.53.1.5 Conductores aislados en el interior de la construcción

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

3.3.53.1.6 Conductores aislados bajo canales protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Tabla 56. Características de las canalizaciones

Características	Grado	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	Ø16 mm	> 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	No propagador

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50085:2010, *Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas*.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie

UNE-EN 50085:2010, *Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas.*

3.3.53.1.7 *Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas*

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE-HD 60364-5-52:2022, *Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.*

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

3.3.53.2 Conductores

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

3.3.53.2.1 *Materiales*

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre.
 - Formación: unipolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - Tensión de prueba: 2500 V.
 - Instalación: bajo tubo.
 - Normativa de aplicación: UNE-EN 50525-1:2012, *Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U) . Parte 1: Requisitos generales.*

- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
 - Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
 - Tensión de prueba: 4000 V.
 - Instalación: al aire o en bandeja.
 - Normativa de aplicación: UNE 21123:2017, *Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 1: Cables con aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo.*

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98% al 100%. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidroclorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

3.3.53.2.2 *Dimensionado*

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- **Intensidad máxima admisible.** Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

- **Caída de tensión en servicio.** La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5% para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5%. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- **Caída de tensión transitoria.** La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

3.3.53.2.3 *Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica*

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

3.3.53.3 Cajas de empalme

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.

3.3.53.4 Mecanismos y tomas de corriente

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1000 V.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

3.3.53.5 Aparamenta de mando y protección

3.3.53.5.1 Cuadros eléctricos

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5% sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso, nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

3.3.53.6 Interruptores automáticos

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

3.3.53.7 Fusibles

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

3.3.53.8 Interruptores diferenciales

La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

3.3.53.8.1 *Protección por aislamiento de las partes activas*

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

3.3.53.8.2 *Protección por medio de barreras o envolventes*

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE-EN 60529:2018, *Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)*. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes

activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

3.3.53.8.3 Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

3.3.53.9 Seccionadores

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

3.3.53.10 Embarrado

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

3.3.53.11 Prensadoras y etiquetas

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas

al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

3.3.53.12 Receptores de alumbrado

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598:2018, *Luminarias*.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50107-1/A1:2004, *Rótulos e instalaciones de tubos luminosos de descarga que funcionan con tensiones asignadas de salida en vacío superiores a 1 kV pero sin exceder 10 kV. Parte 1: Requisitos generales*.

3.3.53.13 Variadores de frecuencia

Se dimensionan variadores de frecuencia trifásicos, uno por bomba, de 315, 110, 250 y 90 kW de potencia unitaria, para unas intensidades nominales de 580, 210, 460 y 170 A respectivamente. Tendrán las siguientes características comunes:

- Elemento de conmutación: Transistores IGBT.
- Forma de onda: Control vectorial de flujo. Lazo abierto y lazo cerrado.
- Par máximo a velocidad cero: 250%
- Grado protección: IP54
- Protecciones: Fusibles ultrarrápidos

Cortocircuito entre fase/fase y fase/tierra.

Sobrecarga motor: 150% I_n durante 30 seg. a 50° C.(60s a 40° C)

Mínima tensión.

- Sobretensión.
- Sobre temperatura convertidor.
- Sobre temperatura motor.
- Señales de operación y control: Entradas analógicas configurables como 0-10 Vcc,
4-20 mA y +-10 V.
- Entradas digitales configurables más una entrada de PTC o disparo.
- Conexiones a la red: Tensión: 380-480Vac ($\pm 10\%$)
- Frecuencia: 50 Hz ($\pm 6\%$)
- Factor de potencia ≥ 0.98
- Conexiones del motor: Tensión: Trifásica 100% tensión red.
- Frecuencia: 0-400Hz.
- Filtros: RFI
- Entrada LCL y carga suave
- Salida dV/Dt y CLamp

3.3.53.14 Puestas a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

3.3.53.14.1 *Tomas de tierra*

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE-EN 60228:2005 ERRATUM:2011, *Conductores de cables aislados*.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

3.3.53.14.2 *Conductores de tierra*

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tabla 57. Secciones conductores de tierra

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

3.3.53.14.3 *Bornes de puesta a tierra*

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

3.3.53.14.4 *Conductores de protección*

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Tabla 58. Secciones conductores de tierra

Sección conductores fase (mm²)	Sección conductores protección (mm²)
Sf > 16	Sf
16 < Sf < 35	16
Sf > 35	Sf/2

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

3.3.53.15 Inspecciones y pruebas en fábrica

La aparatenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 MΩ.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1000 V, con un mínimo de 1500 V, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.

- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la Dirección de Obra, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la Dirección de Obra.

3.3.54 Instalaciones eléctricas en media tensión

3.3.54.1 Entronque a red distribución

SECTOR A

La conexión con la red de distribución de la compañía distribuidora EDE se llevará a cabo según las indicaciones recogidas en la carta de condiciones ABAD001 0000604074-3, estableciendo el punto de conexión en LAMT "Aljucen" 15 kV LA-56, en nuevo apoyo A424697. Se trata de nueva LAMT DC con primer apoyo a 20 m max y nuevo centro de seccionamiento y entrega cliente según normativa EDE

Tal y como se refleja en planos, se trata de un lazo flojo DC de 8 m entre los apoyos A424697 (entronque, propiedad EDE, coordenadas UTM ETRS 89, huso 29, X=723.447 Y=4.310.873) y nuevo apoyo derivación, que discurre en zona A, entre las cotas 202.8 y 202.4

SECTOR B

La conexión con la red de distribución de la compañía distribuidora EDE se llevará a cabo según las indicaciones recogidas en la carta de condiciones ABAD001 0000603636-3, estableciendo el punto de conexión en LAMT "Sola_Ricca" 20 kV LA-56, en nuevo apoyo A421832. Se trata de nueva LAMT DC con primer apoyo a 20 m max y nuevo centro de seccionamiento y entrega cliente según normativa EDE

Tal y como se refleja en planos, se trata de un lazo flojo DC de 8 m entre los apoyos A421832 (entronque, propiedad EDE, coordenadas UTM ETRS 89, huso 29, X=711.741 Y=4.304.288) y nuevo apoyo derivación, que discurre en zona A, entre las cotas 192 y 193

3.3.54.2 Apoyos

Serán metálicos de sección rectangular y troncopiramidal, de acero tipo S 275 JR y S 355 JO según la norma UNE EN 10025: *Productos laminados en caliente, de acero no aleado para construcciones metálicas de uso general. Condiciones técnicas de suministro*, protegidos de la corrosión mediante un tratamiento de galvanizado en caliente según UNE-EN ISO 1461:2010 *Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero* y Recomendación Unesa (RU) 6618. Estarán formados por 4 montantes de perfil angular arriostrados por celosía sencilla atornillada. Las medidas y tolerancias de los perfiles se ajustan a la norma UNE-EN 10056-1:2017 *Angulares de lados iguales y desiguales de acero estructural. Parte 1: Medidas* y UNE-EN 10056-2:1994 *Angulares de lados iguales y desiguales de acero estructural. Parte 2: Tolerancias dimensionales y de forma*.

Se fabricarán en módulos, de los cuales el inferior (base) se fijará en la cimentación durante el hormigonado y los otros se le acoplarán posteriormente mediante atornillado.

La tornillería será calidad 5.6 según la norma UNE-EN ISO 898-1:2015 *Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino*, y dimensiones métricas según la norma UNE 17052:1978 *Entrecaras, altura de cabeza y altura de tuerca*, galvanizados de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 1461:2010. Los tornillos van equipados de arandelas planas según DIN 7989 *Arandelas para construcciones de acero* y las tuercas respetarán las dimensiones métricas según UNE-EN ISO 4032:2013 *Tuercas hexagonales normales, tipo 1. Productos de clases A y B* y UNE-EN ISO 4034:2013 *Tuercas hexagonales normales, tipo 1. Producto de clase C*

Los apoyos diseñados en el entronque de ambos sectores se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 59. Apoyos diseñados en entronque MT sectores A y B

Nº	FUNCION	TIPO	CRUCETA
1	Entronque (FL)	C 4500 16	Horizontal DC atirantado
2	Derivacion (FL)	C 4500 16	Horizontal DC atirantado

Los apoyos diseñados en la adecuación de las líneas aéreas de MT existentes para el sector B se reflejan en la siguiente tabla:

Los apoyos diseñados son:

Tabla 60. Apoyos diseñados en adecuación LAMT SC sector B

Nº	FUNCION	TIPO	CRUCETA
1	Aero-subterráneo (FL)	C 3000 10	Boveda SC amarre
5	Aero-subterráneo (FL)	C 2000 10	Horizontal SC atirantado

Dichos apoyos cumplirán las prescripciones de la empresa distribuidora (e-Distribución Redes Digitales, SLU, en adelante EDE) NRZ001 Especificaciones Particulares para instalaciones Un ≤ 36 kV (EP 2018) así como reglamentación sectorial (RD 223/2008, de 15 de febrero Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, RLAT)

3.3.54.3 Conductores aéreos

Los conductores de las líneas aéreas cumplirán lo que prescribe el apartado 2 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, en cuanto a su naturaleza, características, empalmes y conexiones.

Las características de los conductores desnudos para líneas aéreas, de distintas clases, así como los ensayos que deberán superar se establecen en las siguientes normas:

-UNE-EN 50182:2002/AC:2013 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.

-UNE-EN 50183:2000 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio-silicio

-UNE-EN 50189:2000 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado

-UNE-EN 61232/A11:2001 Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos

-UNE 21021:1983 Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV

Se utilizará conductor de aluminio-acero cuyas características se describen a continuación:

Tabla 61. Características conductor desnudo MT

DESIGNACION UNE	47-AL1/8-ST1A
	(LA-56)
Sección	54,6 mm ²
Composición	6+1
Diámetro	9,45 mm
Resistencia (20° C)	0,61 Ω/km
Peso conductor	0,19 kg/m
Módulo elasticidad	79.000 N/mm ²
Coef. Dilatacion lineal α	19,1x10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Carga mínima rotura	1640 daN

3.3.54.4 Herrajes, aparamenta y puesta a tierra

Se instalarán en todos los apoyos **aisladores de vidrio templado** modelo U 40 BS, caperuza y vástago de 11 mm de diámetro, de acuerdo con las normas UNE-EN 60305:1998 *Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago* y UNE 21009:1989 *Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores*

Será de aplicación lo establecido en el apartado 2.3 de la ITC-LAT 07: las características y dimensiones de los aisladores (para formar cadenas del tipo caperuza y vástago o del tipo bastón) deben cumplir las siguientes normas:

-UNE-EN 61466-1:2016 *Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.*

-UNE-EN 61466-2:1999/A2:2018 *Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas*

El grado de aislamiento será de 20 mm/kV (nivel contaminación II medio) ó 25 mm/kV, con carácter general, según Tabla 14 ITC-LAT 07 y NRZ001 Especificaciones Particulares 2018, respectivamente. La tensión entre fases más elevada, será de **24 kV**.

Para obtener el grado de aislamiento indicado, se instalarán 3 elementos por cadena, obteniendo un grado de aislamiento de 20,55 mm/kV. > 20. Por condiciones mecánicas se obtiene un coeficiente de seguridad adecuado.

Las características de la cadena son las siguientes:

Longitud	430 mm
Línea de fuga	740 mm
Tensión impulso tipo rayo	260 kV
Tensión frecuencia. Industrial (seco)	165 kV
Tensión frecuencia Industrial (lluvia)	102 kV
Peso	6,80 kg

Se entenderán por **herrajes** a aquellos elementos que intervienen en la sujeción de los conductores a las crucetas de los apoyos, a excepción de los aisladores. Llevarán una protección contra la corrosión ambiental similar a la elegida para los apoyos, es decir, galvanización que cumplirá con las Normas UNE-EN ISO 1461:2010 *Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero* y Recomendación UNESA 6618 (500 g/m²)

Será de aplicación lo establecido en el apartado 2.2 de la ITC-LAT 07: los herrajes y accesorios de las líneas aéreas deben cumplir los requisitos de las normas UNE-EN 61284:1999 *Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes*, UNE 207009:2019 *Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión*, UNE-EN IEC 61854:2021 *Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores* o UNE-EN IEC 61897:2021 *Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas*.

a) Cadenas de suspensión, que estarán formadas por:

- Horquilla de bola HB-11 de 0,35 kg de peso y 5.500 daN de carga de rotura
- Rótula corta R-11 de 0,24 kg. de peso y 5.500 daN. de carga de rotura.
- Grapa suspensión aluminio antideslizante de 0,40 kg. de peso y 1.800 daN de carga rotura.
- Como medida de avifauna se debe garantizar distancia mínima entre cruceta y grapa, **0,60 m** (RD 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)

b) Cadenas de amarre, que estarán formadas por:

- Horquilla de bola HB 11 de 0,35 kg de peso y 5.500 daN de carga de rotura.
- Rótula larga R 11 P de 0, 46 kg. de peso y 5.500 daN. de carga rotura.

- Grapa amarre aluminio antideslizante GA2 con 1,12 kg de peso y 5.500 daN de carga.
- Pletina 400x60x4 mm de acero galvanizada, para conseguir una distancia de seguridad como medida antielectrocución (medida avifauna) de **1,00 m**, (RD 1432/2008)

La aparatura estará constituida por los siguientes elementos:

Seccionador unipolar

Este elemento será de intemperie, montaje horizontal, para una tensión de 24 kV y una intensidad nominal mínima de 400 A, según ITC-RAT 06 del RD 337/2014, 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC RAT 01 a 23, Especificaciones Particulares 2018 e-Distribución (norma ENDESA AND005) y RU 6401 C

Las cuchillas de seccionamiento serán dobles y accionables mediante pértigas con posibilidad de que la apertura se limite a 90°. El seccionador dispondrá de un dispositivo de enclavamiento que impida la apertura de los mismos que impida la apertura del mismo sin actuar previamente sobre el dispositivo de maniobra.

El circuito principal será de cobre, protegido contra la corrosión, de forma que en caso de oxidación no se reduzca la conductividad de los contactos. Las partes férricas del chasis del seccionador estarán protegidas contra la corrosión por galvanización en caliente con espesor indicado en la norma UNE-EN ISO 1461:2010

Las características técnicas a cumplir por el elemento normalizado con la denominación SELA U I C 24 RU 6407 C, se adjuntan en el plano correspondiente.

Descargador de sobretensión atmosférica

Con objeto de proteger las transiciones aéreo-subterráneas y los interruptores seccionadores encapsulados en SF6, se instalarán dispositivos de protección frente a sobretensiones mediante pararrayos. También se instalarán en zonas con un elevado índice isocerámico.

Los pararrayos cumplirán con la norma UNE-EN 60099-4:2016 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna, tomarán como referencia la norma informativa AND015 Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV y se instalarán lo más cerca posible del elemento a proteger (red subterránea de MT).

Los pararrayos serán de óxido de zinc con dispositivo de desconexión y envolvente polimérica, para una tensión de 24 kV y 10 kA (POM 30/10), según E.T.U. 6505 y Especificaciones Particulares 2018 de la empresa distribuidora (EDE)

Los pararrayos irán equipados de un dispositivo de desconexión que debe actuar en el caso de que se haya producido un fallo en el funcionamiento, evitando de esta manera un defecto permanente en la red y al mismo tiempo señalando de forma visible el pararrayos defectuoso. El desconectador estará unido a una trencilla de cobre de sección 50 mm² y longitud 500 mm que en el extremo no unido al pararrayos equipará un terminal de cobre estañado.

Los bornes de conexión serán preferentemente de M-12 en acero inoxidable

En todos los apoyos la resistencia de difusión de la **puesta a tierra** será inferior a 20 Ω y las tomas serán realizadas teniendo presente lo que al respecto se especifica en los art. 12.6 y 26 del RD 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 (RLAT), así como apartado 7 de la ITC-LAT 07.

El sistema de puesta a tierra deberá cumplir los siguientes condicionantes:

- Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- Resistir a la temperatura provocada por la intensidad de falta más elevada.
- Garantizar la seguridad de las personas respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Proteger las propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

Los elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra son los electrodos de puesta a tierra y la línea de tierra.

Se realizará mediante una pica de acero cobreado de 2,00 m. de longitud, cuyo diámetro será de 14 mm. Las picas se clavarán a 0,5 m. bajo el nivel del suelo y en toda su longitud a una distancia horizontal del apoyo de 0,50 m. La unión al poste se realizará mediante un cable desnudo de cobre de sección 50 mm² y atornillado. Dicho cable irá protegido mediante tubo flexible de PVC que quedará embebido en el cimiento, durante el hormigonado.

Los apoyos que soporten aparatos de maniobra, o en conversiones aéreo-subterráneas, dispondrán de una toma de tierra en forma de anillo cerrado, enterrado alrededor de la cimentación, a 1 m de distancia de las aristas de ésta y a 0,5 m de profundidad. Al anillo se le

conectarán como mínimo 2 picas de 2 m hincadas en el terreno, de modo que se consiga un valor de resistencia menor de 20 Ω

3.3.54.5 Protecciones avifauna

Al objeto del cumplimiento de las medidas avifauna establecidas en RD 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, se adoptan las siguientes:

Medidas antielectrocución:

- 1) No se proyectan aisladores rígidos sobre cruceta.
- 2) No se proyectan puentes flojos no aislados por encima de travesaños y cabeceras apoyos. Para ello se utilizan vainas de silicona y encintado con sellador en los herrajes
- 3) No se proyectan seccionadores en posición horizontal en cabecera de apoyos.

Medidas anticolisión: no tratándose de zona ZEPA el terreno por donde discurren tanto las LAMT DC (entronques, corta longitud 8 m) como la adecuación LAMT SC (líneas existentes donde no hay nuevos vanos ni cambio de trazado), no son obligatorias

3.3.54.6 Centro de seccionamiento/entrega

El centro monobloque tipo caseta, consta de una envolvente, única o formada por paneles, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica y demás equipos eléctricos. Para el diseño de este centro, se han observado todas las normativas de aplicación, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc. Este edificio prefabricado contará con el certificado de calidad UNESA de acuerdo a la Recomendación UNESA 1303A.

El edificio prefabricado de hormigón, con índice de protección IP-23, está formado por las siguientes piezas principales: una que aglutina la base y las paredes, otra que forma la solera y una tercera que forma el techo. Adicionalmente, se incorporan otras pequeñas piezas para constituir un centro de transformación de superficie y maniobra interior (tipo caseta), estando la estanqueidad garantizada por el empleo de juntas de goma esponjosa entre ambas piezas principales exteriores.

Estas piezas están construidas en hormigón armado vibrado, con una resistencia característica de 30 N/mm² y tienen una armadura metálica, estando unidas entre sí mediante latiguillos de

cobre, y a un colector de tierras, formando de esta manera una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 k Ω respecto a la tierra de la envolvente. Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

Sobre la placa base, y a una altura de unos 700 mm se sitúa la solera, que se apoya en algunos apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas. Dispondrá de un mallazo electrosoldado ME 30x30 \varnothing 4-4 B500T, que servirá de superficie equipotencial y que se conectará al sistema de tierra de protección del centro de seccionamiento.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros para los cables de MT. Estos agujeros están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos agujeros semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones y rejillas de ventilación, fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso de peatones tienen unas dimensiones de 900 x 2100 mm. Ambas puertas pueden abrirse 180°. Disponen, además, de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento: evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del centro de seccionamiento.

Las rejillas de ventilación se sitúan en la parte inferior de la puerta de acceso al mismo, y en la parte superior. Estas rejillas tienen un área de 1200 x 677 mm² y un índice de protección IP-33. Todas estas rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el centro de seccionamiento e interiormente se complementa cada rejilla con una rejilla mosquitera, según ITC-RAT 14.

Según la norma EDE *NRZ 102 Instalaciones Privadas Conectadas a Red de Distribución. Consumidores en Alta y Media Tensión*, la composición del centro de seccionamiento diseñado responde al esquema 11 CT interior en envolvente común o centro independiente anexo, con doble acometida y 1 o mas transformadores fuera de CT:

PARTE COMPAÑÍA:

-Celda de entrada, función línea, dotada de interruptor-seccionador motorizado 400A / 20 kA / 24 kV

-Celda de salida, función línea, dotada de interruptor-seccionador motorizado 400A / 20 kA / 24 kV

-Celda de entrega, función línea, dotada de interruptor-seccionador motorizado 400A / 20 kA / 24 kV

-Celda trafo SS.AA, para alimentación de relés y demás elementos en la parte de Compañía del centro de seccionamiento, características 400A / 20 kA / 24 kV, dotada de transformador tensión bipolar 15000/230 V potencia 4 kVA, para el sector A, y 20000/230 V potencia 4 kVA para el sector B, protegido por fusibles

PARTE ABONADO (CLIENTE):

-Celda de remonte, función protección cable, 400A / 24 kV

-Celda de protección interruptor automático, función protección, dotada de interruptor-automático corte en vacío y seccionador 3 posiciones en serie 400A / 20 kA / 24 kV

-Celda de medida, 400A / 24 kV, para albergar trafos de tensión e intensidad adecuados

-Celda de salida, función línea, dotada de interruptor-seccionador motorizado 400A / 20 kA / 24 kV

-Celda trafo SS.AA, para alimentación de relés y demás elementos en la parte de Cliente del centro de seccionamiento, características 400A / 20 kA / 24 kV, dotada de transformador tensión bipolar 15000/230 V potencia 4 kVA para el sector A, y 20000/230 V potencia 4 kVA para el sector B, protegido por fusibles

3.3.54.6.1 Celdas modulares

Las celdas serán modulares y ampliables, con aislamiento y corte en SF6, cuyos embarrados se conectan consiguiendo una unión totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación,...)

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas pretenden que:

**No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado y recíprocamente no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.*

**No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.*

El nivel de aislamiento de las celdas son las siguientes:

Tabla 62. Aislamiento celdas MT sectores A y B

Tensión nominal (kV)	12	24	36
<i>Frecuencia industrial (1 min.):</i>			
A tierra y entre fases (kV)	28	50	70
A la dist. de seccionamiento (kV)	32	60	80
<i>Impulso tipo rayo:</i>			
A tierra y entre fases (kV)	75	125	170
A la dist. de seccionamiento (kV)	85	145	195

Las celdas prefabricadas se ajustarán a las Normas UNE-EN 62271-200:2012/AC:2015, *Apararata de alta tensión. Parte 200: Apararata bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV* y a las Recomendaciones UNESA correspondientes.

Estarán diseñadas para su utilización en interior con las siguientes condiciones de servicio:

* Máxima temperatura ambiente: 40° C.

* Mínima temperatura ambiente: - 5° C.

* Aire del recinto exento de polvo, humo, gases o vapores inflamables.

* Se construirán a base de chapa de acero de alta calidad, plegada, de forma que el conjunto sea mecánicamente resistente frente a los esfuerzos originados por las vibraciones normales de operación (interruptores automáticos) y por las fuerzas electrodinámicas (cortocircuitos). Además, la chapa debe ser sometida a un tratamiento sucesivo de:

- Desengradao alcalino por inmersión en baño caliente, a fin de eliminar grasas y aceites de la superficie del metal.

- Fosfatación amorfa.

- Pasivado crómico.

- Secado.

- Pintado.

Las puertas de las mismas permitirán la manipulación, montaje y desmontaje del aparellaje.

Deberán estar diseñadas para soportar, sin deformación, los efectos explosivos de un cortocircuito en el interior de la celda.

La observación directa del estado de conexión del aparellaje se realizará a través de una mirilla protegida por una placa de adecuado grado de protección frente al impacto.

Deberán disponerse los enclavamientos adecuados para efectuar o impedir las maniobras de los diferentes elementos integrantes de la celda (interruptores, seccionadores, rejillas, puertas, etc.)

Estas celdas dispondrán de los siguientes enclavamientos:

- Cualquier maniobra a realizar en el interruptor o seccionador de puesta a tierra sólo podrá efectuarse con la puerta cerrada.

- Imposibilidad de tener cerrados simultáneamente el interruptor y el seccionador de puesta a tierra.

- Para acceder al interior de la celda será necesario tener el seccionador de puesta a tierra, cuyo accionamiento desbloqueará la puerta y el aislamiento entre el cubículo del interruptor y el de barras generales.

Tras las puertas deberán disponerse rejillas de protección contra contactos accidentales y que sirvan como pantallas electrostáticas. Estos elementos serán puestos a tierra.

Así mismo, como complemento de seguridad, deberá colocarse una tapa de expansión en el techo de las celdas para permitir la posible salida de gases (de cortocircuitos) y la evacuación de sobrepresiones, a fin de que el personal quede totalmente protegido.

3.3.54.6.2 Transformadores de medida

3.3.54.6.2.1 *Trafos de intensidad (TIs)*

Los aparatos serán proyectados, construidos y ensayados de acuerdo con los requisitos que sean de aplicación en la vigente versión de las normas siguientes:

UNE 21088 (Parte 1): *Transformadores de medida y protección. Transformadores de intensidad.*

UNE 21088 (Parte 4): *Medida de descargas parciales (Este ensayo será considerado como ensayo individual de recepción).*

Recomendación UNESA RU 4201: *Características, ensayos y recepción en los transformadores de intensidad.*

NRZ102 *Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución. Consumidores en AT y MT (EP2018)*

Todos los transformadores de intensidad serán para una frecuencia nominal de 50 Hz.

De aislamiento seco y construidos según normas UNE y CEI, con estas características:

Potencia:	10 VA
Intensidad secundaria (Is):	5 A
Clase (Cl):	0,2S o 0,5S según tipo punto medida
Gama extendida:	150%
Intensidad térmica cc (I _{ter}):	200 I _{pn} para I _{pn} ≤ 25A 80 I _{pn} para I _{pn} > 25A
Intensidad dinámica cc (I _{din}):	2,5 I _{ter}

Aislamiento

Tensión nominal U _m (kV):	24
A frecuencia industrial U _f (1 min. (kV):	50
A impulso tipo rayo UI (1,2/50) (kV):	125

Conforme a lo indicado en el ITC-RAT 08 para transformadores de clase 0,2S o 0,5S, la relación de transformación de los TIs será tal que, para la potencia de diseño prevista, la Is se encuentre

dentro del rango del 20% de la intensidad asignada y el 100% de la intensidad térmica permanente asignada (150% de la intensidad asignada, gama extendida)

3.3.54.6.2.2 *Trafos de tensión (TTs)*

Los transformadores de tensión pueden ser inductivos o capacitivos. Los primeros se emplean principalmente para tensiones de la red igual o inferior a 145 KV y los segundos para tensiones de la red igual o superior a 145 KV. Los transformadores de tensión inductivos suelen tener más potencia de precisión.

Los aparatos serán proyectados, construidos y ensayados de acuerdo con los requisitos que sean de aplicación de la vigente versión de las normas siguientes:

UNE-EN 61869-5:2012: Transformadores de medida y protección. Transformadores de tensión.

El ensayo de ferorresonancia en los TT capacitivos será considerado como ensayo individual de recepción.

UNE-EN 60358: *Condensadores de acoplamiento y divisores de tensión capacitivos.*

Recomendación UNESA *RU 4202: Características, ensayos y recepción de transformadores de tensión.*

NRZ102 Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución. Consumidores en AT y MT (EP2018)

Los TTs serán de las siguientes características:

Potencia:	10 VA
Tensión secundaria:	110: $\sqrt{3}$
Clase:	0,2 o 0,5 según tipo del punto de medida
Aislamiento	
Tensión nominal Um (kV):	24
A frecuencia industrial Uf (1 min. (kV):	50
A impulso tipo rayo UI (1,2/50) (kV):	125

3.3.54.6.3 Equipo de medida

La medida de la energía eléctrica se realizará mediante un contador estático combinado multifunción para medida indirecta conectado al secundario de los transformadores de intensidad y tensión de la celda de medida. Deberá cumplir los requisitos contemplados en las normas UNE-EN 62053-22:2003, UNE-EN 62053-23:2003 y UNE-EN 62053-21:2003

3.3.54.7 Conversion aéreo-subterránea

SECTOR A

La conversión aero-subterránea tendrá lugar en el apoyo nº 1 tipo fin de línea (FL) existente que dispone de apartamento tipo "cut out" (cortacircuitos fusibles de expulsión). Se trata de un soporte metálico tipo celosía, formado por cruceta horizontal atirantada M0, cadenas de amarre, que se dotará de juego de seccionadores unipolares horizontales invertidos 400A/24 kV y autoválvulas (limitadores de sobretensiones atmosféricas según ITC RAT 09), a una altura no inferior a **5 ó 7 m** del suelo, según normativa sectorial y Especificaciones Particulares 2018 de la compañía distribuidora, respectivamente. Dispondrá como solera una superficie de hormigón HA-25 N/mm² de 3,30 m. de lado y 0,20 m de espesor, para cumplir las prescripciones reglamentarias sobre tensiones de paso y contacto (Art. 13 RAT) y un recubrimiento de obra de fábrica hasta una altura de 2,50 m.

Paralelamente a esta actuación, se proyecta en el apoyo nº 11 FL existente, otra conversión aero-subterránea, para acometida al centro de transformación proyectado de 2x630 kVA, con las mismas características que la anterior, solo que aquí, el apoyo nº11 es un apoyo metálico celosía galvanizado con crucetas tresbolillo y cadenas de amarre.

SECTOR B

La conversión aero-subterránea tendrá lugar en el apoyo nº 1 tipo fin de línea (FL) a sustituir. Se tratará de un soporte metálico tipo celosía, formado por cruceta bóveda, cadenas de amarre, que se dotará de juego de seccionadores unipolares horizontales invertidos 400A/24 kV y autoválvulas (limitadores de sobretensiones atmosféricas según ITC RAT 09), a una altura no inferior a **5 ó 7 m** del suelo, según normativa sectorial y Especificaciones Particulares 2018 de la compañía distribuidora, respectivamente. Dispondrá como solera una superficie de hormigón HA-25 N/mm² de 3,30 m. de lado y 0,20 m de espesor, para cumplir las prescripciones reglamentarias sobre tensiones de paso y contacto (Art. 13 RAT) y un recubrimiento de obra de fábrica hasta una altura de 2,50 m.

Paralelamente a esta actuación, se proyecta en el nuevo apoyo nº 5 FL, otra conversión aero-subterránea, para acometida al centro de transformación proyectado de 2x630 kVA, con las

mismas características que la anterior, solo que aquí, el apoyo n°5 será un apoyo metálico celosía galvanizado con cruceta montaje horizontal atirantada y cadenas de amarre.

3.3.54.8 Línea subterránea MT

SECTOR A

La línea subterránea SC de **15 m** que conecta el centro de seccionamiento con el apoyo n°1, así como la línea subterránea SC de **20 m** que conecta el apoyo n°11 con el centro de transformación proyectado, tanto una como otra, estará formada por conductores unipolares de aluminio **(3x1x150) mm² RHZ1 12/20 kV**, que discurrirán enterrados bajo tubo PE doble pared rígido Ø160 (1T+R) resistencia a compresión superior a 450N y grado de protección IP54, en zanja de 0,50 x 0,95 m de profundidad sobre cama de arena, en el primer caso, y zanja tipo cruce de 0,50 x 1,15 m de profundidad, en el segundo caso.

Tal y como condicionan las Especificaciones Particulares la protección de los cables se traduce en la colocación de placas de PE, colocándose además a 25 cm de la cota del terreno una cinta de señalización de PE que advierta de la existencia de cables eléctricos debajo de ella. En el caso del cruce, la protección mecánica consistirá en prisma de hormigón.

Será necesaria la colocación de arqueta prefabricada de hormigón tipo APHA1 400 al pie de cada apoyo de conversión aéreo-subterránea.

SECTOR B

La línea subterránea SC de **45 m** que conecta el centro de seccionamiento con el apoyo n°1, así como la línea subterránea SC de **15 m** que conecta el apoyo n°5 con el centro de transformación proyectado, tanto una como otra, estará formada por conductores unipolares de aluminio **(3x1x150) mm² RHZ1 12/20 kV**, que discurrirán enterrados bajo tubo PE doble pared rígido Ø160 (1T+R) resistencia a compresión superior a 450N y grado de protección IP54, en zanja de 0,50 x 0,95 m de profundidad sobre cama de arena.

Tal y como condicionan las Especificaciones Particulares la protección de los cables se traduce en la colocación de placas de PE, colocándose además a 25 cm de la cota del terreno una cinta de señalización de PE que advierta de la existencia de cables eléctricos debajo de ella.

Será necesaria la colocación de arqueta prefabricada de hormigón tipo APHA1 400 al pie de cada apoyo de conversión aéreo-subterránea

3.3.54.9 Conductores aislados MT

Los alambres conductores de los cables serán de aluminio homogéneo de sección normalizada 150 mm² (RHZ1-OL 12/20 kV 1 x 150 K Al + H16)

Reunirán las características indicadas en la Norma UNE 211620:2020 *Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Cables con pantalla de tubo de aluminio y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-6, 10E-7, 10E-8 y 10E-9)* así como norma Endesa DND001: *Cables aislados para redes subterráneas de alta tensión hasta 30 kV*

Aislamiento	XLPE
Cubierta color rojo:	Poliolefina
Diámetro	31,60 mm
Resistencia eléctrica	0,262 Ω / km.
Radio mínimo curvatura:	474 mm
Intensidad max enterrado (25°C):	245 A (régimen permanente)
Límite térmico en el conductor:	14,1 kA (T=250°C 1 s)
Tensión máx. utilización:	20 kV

3.3.54.10 Tubos de protección MT

El tubo de protección es de polietileno PE doble pared rígido (interior lisa y exterior corrugada) de diámetro exterior 160 mm color rojo con resistencia a la compresión superior a 450N y grado de protección IP54, en conformidad con UNE-EN 61386-1:2008/A1:2020 *Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales*, y UNE-EN 61386-24:2011 *Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 24: Requisitos particulares. Sistemas de tubos enterrados bajo tierra.*

Se instalará un tubo de reserva por cada circuito tendido

3.3.55 **Centro de transformación**

El centro monobloque tipo caseta, consta de una envolvente, única o formada por paneles, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica y demás equipos eléctricos. Para el diseño de

este centro, se han observado todas las normativas de aplicación, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc. Este edificio prefabricado contará con el certificado de calidad UNESA de acuerdo a la Recomendación UNESA 1303A.

El edificio prefabricado de hormigón, con índice de protección IP-23, está formado por las siguientes piezas principales: una que aglutina la base y las paredes, otra que forma la solera y una tercera que forma el techo. Adicionalmente, se incorporan otras pequeñas piezas para constituir un centro de transformación de superficie y maniobra interior (tipo caseta), estando la estanqueidad garantizada por el empleo de juntas de goma esponjosa entre ambas piezas principales exteriores.

Estas piezas están construidas en hormigón armado vibrado, con una resistencia característica de 30 N/mm² y tienen una armadura metálica, estando unidas entre sí mediante latiguillos de cobre, y a un colector de tierras, formando de esta manera una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kΩ respecto a la tierra de la envolvente. Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión

Sobre la placa base, y a una altura de unos 700 mm se sitúa la solera, que se apoya en algunos apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas. Dispondrá de un mallazo electrosoldado ME 30x30 ø4-4 B500T, que servirá de superficie equipotencial y que se conectará al sistema de tierra de protección del centro de seccionamiento.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros para los cables de MT. Estos agujeros están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos agujeros semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones y rejillas de ventilación, fabricados en chapa de acero.

La puerta de acceso de peatones tiene unas dimensiones de 900 x 2100 mm mientras que la del transformador tiene unas dimensiones de 1260 x 2100 mm Ambos tipos de puertas pueden abrirse 180°. Disponen, además, de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento: evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del centro de transformación.

Las rejillas de ventilación se sitúan en la parte inferior de la puerta de acceso al mismo, en la parte superior y en los laterales de la envolvente. Estas rejillas tienen un área de 1200 x 677 mm² y un índice de protección IP-33. Todas estas rejillas están formadas por lamina en forma de

“V” invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación e interiormente se complementa cada rejilla con una rejilla mosquitera, según ITC-RAT 14.

Según la norma EDE *NRZ 102 Instalaciones Privadas Conectadas a Red de Distribución. Consumidores en Alta y Media Tensión*, la composición del centro de transformación diseñado responde al esquema 11 CT interior en envolvente común o centro independiente anexo, con doble acometida y 1 o mas transformadores fuera de CT:

PARTE ABONADO (CLIENTE):

SECTOR A

-Celda de protección con fusibles, función protección trafo nº1, 400A / 24 kV y fusibles 63 A

-Celda de protección con fusibles, función protección trafo nº2, 400A / 24 kV y fusibles 63 A

SECTOR B

-Celda de protección con fusibles, función protección trafo nº1, 400A / 24 kV y fusibles 50 A

-Celda de protección con fusibles, función protección trafo nº2, 400A / 24 kV y fusibles 50 A

3.3.55.1 Celdas modulares

Las celdas serán modulares y ampliables, con aislamiento y corte en SF6, cuyos embarrados se conectan consiguiendo una unión totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación,...)

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas pretenden que:

**No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado y recíprocamente no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.*

**No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.*

El nivel de aislamiento de las celdas son las siguientes:

Tabla 63. Aislamiento celdas MT sectores A y B

Tensión nominal (kV)	12	24	36
----------------------	----	----	----

Frecuencia industrial (1 min.):

A tierra y entre fases (kV)	28	50	70
A la dist. de seccionamiento (kV)	32	60	80

Impulso tipo rayo:

A tierra y entre fases (kV)	75	125	170
A la dist. de seccionamiento (kV)	85	145	195

Las celdas prefabricadas se ajustarán a las Normas UNE-EN 62271-200:2012/AC:2015, *Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV* y a las Recomendaciones UNESA correspondientes.

Estarán diseñadas para su utilización en interior con las siguientes condiciones de servicio:

- * Máxima temperatura ambiente: 40° C.
- * Mínima temperatura ambiente: - 5° C.
- * Aire del recinto exento de polvo, humo, gases o vapores inflamables.
- * Se construirán a base de chapa de acero de alta calidad, plegada, de forma que el conjunto sea mecánicamente resistente frente a los esfuerzos originados por las vibraciones normales de operación (interruptores automáticos) y por las fuerzas electrodinámicas (cortocircuitos). Además, la chapa debe ser sometida a un tratamiento sucesivo de:
 - Desengradao alcalino por inmersión en baño caliente, a fin de eliminar grasas y aceites de la superficie del metal.
 - Fosfatación amorfa.
 - Pasivado crómico.
 - Secado.
 - Pintado.

Las puertas de las mismas permitirán la manipulación, montaje y desmontaje del aparellaje.

Deberán estar diseñadas para soportar, sin deformación, los efectos explosivos de un cortocircuito en el interior de la celda.

La observación directa del estado de conexión del aparellaje se realizará a través de una mirilla protegida por una placa de adecuado grado de protección frente al impacto.

Deberán disponerse los enclavamientos adecuados para efectuar o impedir las maniobras de los diferentes elementos integrantes de la celda (interruptores, seccionadores, rejillas, puertas, etc.)

Estas celdas dispondrán de los siguientes enclavamientos:

- Cualquier maniobra a realizar en el interruptor o seccionador de puesta a tierra sólo podrá efectuarse con la puerta cerrada.
- Imposibilidad de tener cerrados simultáneamente el interruptor y el seccionador de puesta a tierra.
- Para acceder al interior de la celda será necesario tener el seccionador de puesta a tierra, cuyo accionamiento desbloqueará la puerta y el aislamiento entre el cubículo del interruptor y el de barras generales.

Tras las puertas deberán disponerse rejillas de protección contra contactos accidentales y que sirvan como pantallas electrostáticas. Estos elementos serán puestos a tierra.

Así mismo, como complemento de seguridad, deberá colocarse una tapa de expansión en el techo de las celdas para permitir la posible salida de gases (de cortocircuitos) y la evacuación de sobrepresiones, a fin de que el personal quede totalmente protegido.

3.3.55.2 Celda de protección con fusibles

Celda de protección con fusibles modular 24 kV 630 A con interruptor seccionador 24/400 + fusibles APR, de dimensiones aproximadas 470x735x1740 mm y conteniendo:

- Juego de barras III 630 A.
- Interruptor-Seccionador (SF6) 400 A con mando manual. $V_n = 24$ kV; $I_{cc} = 20$ kA (1s)
- Protección fusibles 3x63/50 A APR asociados con el interruptor
- Seccionador PAT (SF6).
- Indicador de presencia de tensión.
- Bornes para conexión de cable atornillables (interfaz tipo C).
- Embarrado de PAT.

3.3.55.3 Transformadores de potencia

Cada uno de los dos (2) transformadores necesarios serán trifásicos reductores de tensión, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural de aceite vegetal, tensión primaria 15-20 kV B2 y secundaria 400 V, conmutador maniobrable sin tensión de 6 posiciones, pasatapas de MT y BT, cáncamos de elevación, ruedas, dispositivos de llenado y vaciado, terminales de tierra y placa de características. Cumplirá las normas:

UNE-EN 60076-1:2013 *Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades*

UNE-EN 50708-1-1:2021 *Transformadores de potencia. Requisitos europeos adicionales. Parte 1-1: Parte común. Requisitos generales.*

Recomendación Unesa *RU 5201D*

Teniendo las siguientes características:

Tabla 64. Características trafos potencia sector A y B

Potencia nominal (KVA)	630
Tensión nominal (V)	15-20000/400
Regulación %	±2,5 ±5 ±7,5
Tensión cortocircuito %	4
Frecuencia (Hz)	50
Grupo conexión	Dyn 11
Neutro accesible	Si
Refrigeración	ONAN

Cada transformador será 630 kVA, relación de transformación 15-20.000/400 V, nivel de aislamiento del conjunto 24 kV, valores admitidos para este tipo de instalación según las Especificaciones Particulares 2018 de la compañía distribuidora (e-Distribución redes Digitales, SLU), cumpliendo con RD 337/2014, de 9 de mayo por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión e ITC, más concretamente sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 13 Instalaciones de puesta a tierra e ITC- RAT 14 Instalaciones eléctricas de interior.

La conexión celda-trafo se materializará mediante puentes MT formados por cables 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1 x 95 Al y terminaciones de 24 kV del tipo cono difusor según ITC LAT 06 y EP 2018 de EDE

La unión trafo-cuadro BT se llevará a cabo con puentes BT formados por cables de sección y material 1 x 240 Al EPR 0,6/1 kV sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3x3x240 + 2x240 para cada transformador de 630 kVA

3.3.56 Instalación fotovoltaica

3.3.56.1 Módulos fotovoltaicos

SECTOR A

El parque solar fotovoltaico diseñado estará formado por un total de 1 campo solar con una potencia de 2.106,00 kWp, lo que pasa que en una **primera fase se ejecutará 858 kWp**. El campo solar se diseña mediante una estructura fija provista de inclinación a 15° para la colocación de paneles, con el fin de optimizar al máximo la energía solar captada en meses de verano (que es cuando se da el mayor consumo en las estaciones de bombeo) y obteniendo en meses de invierno una aceptable cantidad de energía.

Para la realización de este proyecto se utilizarán módulos tipo monocristalino tecnología PERC, de alto rendimiento y que presentan las siguientes características:

- Baja degradación y excelente rendimiento en condiciones de alta temperatura y baja radiación.
- Marco de aluminio robusto que asegura a los módulos soportar cargas de viento de hasta 2.400 Pa y cargas de nieve de hasta 5.400 Pa.
- Alta fiabilidad contra condiciones ambientales extremas (habiendo superado test de niebla salina, amoníaco y granizo).
- Resistencia a la degradación inducida por potencial (DIP).
- Tolerancia solo positiva de 0 ~ +3%.
- Garantía del producto de 12 años.
- Garantía limitada de potencia lineal: Tendrá una degradación anual máxima de 0,55% en 25 años.

La tecnología de fabricación de estos módulos ha superado unas pruebas de homologación muy estrictas que permiten garantizar, por un lado, una gran resistencia a la intemperie y, por otro, un elevado aislamiento entre sus partes eléctricamente activas y accesibles externamente.

Los módulos se fabricarán con células de alto rendimiento de tecnología de silicio monocristalino y dispondrán de los certificados IEC 61215 (UNE-EN 61215), IEC 61730:2016, IEC 62716, IEC 61701.

Los módulos presentan además una baja tolerancia (0 ~ +3%), siendo siempre positiva, lo que permite contar con bajas discrepancias en cuanto a las indicaciones generales.

El diseño de campo solar está vinculada tanto al módulo solar como a los inversores instalados. En la tabla adjunta puede observarse las características técnicas (eléctricas y físicas) que poseen los paneles proyectados para suministro y que se resumen en las siguientes:

Tabla 65. Características técnicas de los paneles proyectados (Sector A y B)

Potencia pico (Wp)	650
Eficiencia	20,92 %
Vmp (V)	37,40
Imp (A)	17,38
Voc (V)	45,20
Coef Voc (%/°C)	-0,29
Coef Pmax (%/°C)	-0,34
Superficie (m2)	3,10
Dimensiones (mm)	2384x1303x35
Máximo voltaje (Vdc)	1.500
Nº de celdas	132 (6x22)

Estas características son especificaciones en CEM (STC, condiciones estándares de medida), consistentes en una irradiancia de 1000 W/m², temperatura de célula de 25 °C y masa de aire de 1,5.

SECTOR B

El parque solar fotovoltaico diseñado estará formado por un total de 1 campo solar con una potencia de 1.700,40 kWp, lo que pasa que en una **primera fase se ejecutará 702 kWp**. El campo solar se diseña mediante una estructura fija provista de inclinación a 15° para la colocación de paneles, con el fin de optimizar al máximo la energía solar captada en meses de verano (que es cuando se da el mayor consumo en las estaciones de bombeo) y obteniendo en meses de invierno una aceptable cantidad de energía.

3.3.56.2 Estructura soporte de los módulos fotovoltaicos

Tanto para el sector A como para el B, se proyecta una estructura soporte metálica (llamada "mesa") de acero conformado calidad S 350 GD, según norma UNE-EN 10162:2005 *Perfiles de acero conformados en frío. Condiciones técnicas de suministro. Tolerancias dimensionales y de*

la sección transversal, de 15,75 m de largo para soportación de 24 módulos fotovoltaicos, disposición vertical de cada módulo fotovoltaico en 2 filas con 12 módulos cada fila (12 x 2V), con una inclinación de 15°



Figura 1. Disposición de placa solar sobre soportes metálicos

Sobre la estructura se aplicará en una línea continua de galvanización, una protección por inmersión en caliente con zinc, un 3,5% de aluminio y un 3% de magnesio, con un recubrimiento de 25 micras por cara (ZM310) según UNE-EN ISO 14713:2020, partes 1, 2 y 3 *Recubrimientos de cinc. Directrices y recomendaciones para la protección frente a la corrosión de las estructuras de hierro y acero*. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.

Según el estudio geotécnico y los ensayos “pull out” llevados a cabo en cada sector para el hincado de los perfiles metálicos, se obtienen las siguientes conclusiones:

*En el sector A, se colocará un perfil laminado S 275 JR tipo IPE-220 empotrado 2 m en el terreno

*En el sector B, los ensayos a tracción y lateral permiten la hinca directa del perfil acero conformado S 350 GD tipo CF 80.2 de la mesa, empotrado 2 m en el terreno, aunque sería recomendable llevar a cabo algunos ensayos aleatorios a los perfiles, para comprobación de los resultados

La tornillería empleada deberá de ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirá tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de los módulos, y la propia estructura, no arrojaran sombra sobre los módulos.

En cuanto a los elementos de fijación, se debe cumplir la UNE-EN ISO 10684:2006, *Elementos*

de fijación. *Recubrimientos por galvanización en caliente* (ISO 10684:2004), y lo referente a la UNE-EN ISO 1461:2010, *Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.* (ISO 1461:2009).

Las cargas para las que han sido calculadas las estructuras se desprenden del «Documento Básico DB SE-AE: Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación», del Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, no siendo de aplicación el «Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación NCSR-02», en cumplimiento del artículo 1.2.3 al tratarse de construcciones de importancia moderada.

Para el cálculo constructivo del presente proyecto se han tenido en cuenta todas las normas en vigor que le son de aplicación, y en concreto el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural (CE), UNE-EN 1993 Eurocódigo 3. Proyecto de estructuras de acero, UNE-EN 1994 Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de acero y hormigón, UNE-EN 1997:2016 Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico, el Documento Básico DB SE-A: Seguridad estructural. Acero y Documento Básico DB SE-C: Seguridad estructural. Cimientos, del Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

3.3.56.3 Inversores

SECTOR A

Se diseñan 17 inversores trifásicos para la potencia total del campo fotovoltaico, pero en una **primera fase** se instalarán solamente **7**

SECTOR B

Se diseñan 14 inversores trifásicos para la potencia total del campo fotovoltaico, pero en una **primera fase** se instalarán solamente **6**.

El inversor tipo empleado tanto en el sector A como en el B tendrá las siguientes características: Inversor fotovoltaico 125 kW de potencia, tipo sinusoidal (rendimiento europeo ponderado 98,5%, según UNE-EN 61683:2001) sin transformador, IP66, amplio rango de tensión de entrada, 10 seguidores MPP y posibilidad de usarlo sin restricciones tanto interior como exterior, refrigeración por convección natural, rango temperatura funcionamiento -30 a +60°C. Comunicación ModBUS con puertos USB y RS485.

Características:

- Rango tensión MPPT: 180-1000 V
- I_{max} entrada: 32 A / entrada mpp
- I_{sc} max : 40 A / entrada mpp
- Seguidores MPP: 10
- P salida: 125.000 W / 137.500 VA (400V ca)
- I_{max} salida: 198,5 A
- cos phi: 0,8-0,8 ind./cap.
- Tipo/clase protección: IP66
- Categ sobret (cc/ca): II / II
- Conex CC: H4/ MC4 (max 6 mm²)
- Conex CA: OT Terminal (max 240 mm²)

El inversor contará con los certificados EN 62109 -1/ -2, IEC 62109 -1/ -2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683.

Cada inversor dispondrá de los dispositivos necesarios para garantizar la seguridad de acuerdo con la normativa vigente. Estos dispositivos incluyen la desconexión del lado CC, protección contra el funcionamiento en isla, protección contra polaridad inversa en CC, monitorización de fallos por string, protección contra sobretensiones en CC y CA tipo II y detección de fallos de aislamiento de CC.

3.3.56.4 Conductor solar CC

El sistema DC está formado por el conjunto de elementos de interconexión eléctrica en CC desde los módulos hasta los inversores.

Según el pliego de condiciones técnicas del IDAE, el cableado cumplirá los puntos siguientes:

- Los conductores tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de CC tendrán la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del **1,5 %**, según ITC BT 40 de Instalaciones generadoras de baja tensión, aunque debemos considerar que es una instalación de fuerza para alimentación de motores (bombas), por lo que podría ser superior.

Los conductores de la parte de CA tendrán la sección adecuada para que la caída de tensión sea inferior del **1,5 %**, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.
- Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123

Se utilizará cable solar de cobre flexible, con aislamiento y cubierta exterior de elastómeros termoestables libres de halógenos H1Z2Z2-K. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV (1,8 kV_{CC})

3.3.57 Sistema de monitorización y control del campo fotovoltaico

Las instalaciones contarán con un sistema de monitorización que permita a la Comunidad de Regantes de Mérida - Canal de Lobón realizar las modificaciones que sean necesarias en dicha plataforma.

Permitirá la elaboración de informes de trabajo, estado y operación de la planta fotovoltaica con relación a su producción energética y parámetros característicos

Integrará todas las señales y el estado de todos los elementos activos de la planta fotovoltaica, incluyendo las notificaciones de alarmas.

Tendrá una plataforma o entorno que pueda ser accesible localmente vía estación de trabajo (Workstation o PC) o de forma remota automáticamente. El acceso a esta plataforma podrá hacerse desde cualquier dispositivo fijo (ordenador) o móvil (smartphone, tablet...).

El sistema de monitorización proporcionará información de las siguientes variables en tiempo real:

- Control de los dispositivos de la instalación fotovoltaica en tiempo real
- Voltaje y corriente continua a la entrada de inversor.
- Voltaje entre fases en la red, potencia total de salida del inversor.
- Potencia reactiva de salida del inversor.
- Potencia instantánea total.
- Históricos de energía producida, con resolución horaria, diaria, mensual, anual y total acumulada.
- Temperatura de módulo.

- Radiación solar y sus componentes.
- Porcentaje de cobertura de energía solar.
- Generación de alarmas.
- Generación y descarga de informes y gráficas interactivas.
- Actuación para evitar vertido a red unido al sistema antivertido.

El tiempo entre mediciones de datos será de menos de 1 minuto. El sistema de monitorización propuesto está diseñado con las siguientes características y filosofía:

- Cuenta con una arquitectura modular: a nivel de hardware, contando con diferentes componentes y sensores que, por la concepción de la arquitectura del sistema, son independientes entre sí. El sistema admitirá la utilización de diferentes dispositivos de distintos fabricantes para realizar una misma funcionalidad, sin que el desempeño del sistema se vea afectado.
- Interfaces y protocolos estándar: El sistema permitirá utilizar equipos de diversos fabricantes y modelos, permitiendo la interconexión de cualquier dispositivo. Permite la conectividad Ethernet y RS485, pudiendo extenderse a Wifi o LoRa y permite implementar protocolos de monitorización estándares, como Modbus RTU/TCP.
- Escalabilidad: El sistema será fácilmente escalable, permitiendo añadir nuevos módulos en cada nivel de la arquitectura de manera sencilla. Sólo será necesario conectar el nuevo módulo a la red de monitorización. También cuenta con gran escalabilidad a nivel de datalogger/unidad de control, pudiendo distribuir la planta en distintas subestaciones, agrupando la monitorización de distintos dispositivos en una unidad de control determinada o disponiendo unidades de control de respaldo.
- Desarrollo ágil: A nivel de software y firmware el sistema será fácilmente escalable al presentar una arquitectura modular en vez de monolítica.
- Personalización: El sistema SCADA ofrecerá la información a través de informes analíticos, gráficas y tablas, mostrando alarmas y enviando reportes por correo electrónico de manera automática. Ofrecerá un alto nivel de personalización, no sólo de los datos mostrados a través de gráficas y tablas, sino de las alarmas y los reportes.

3.3.57.1 Router

Se empleará un router industrial con tecnología 4G LTE capaz de alcanzar velocidades de descarga de hasta 150 Mbps. Dispondrá de 3 puertos LAN 10/100BaseTX con conector RJ45 y un punto de acceso WiFi 802.11b/g/n.

También incorporará un puerto WAN 10/100BaseTX con conector RJ45 pudiendo funcionar el router sobre este interfaz WAN con backup sobre la red 3G en caso de caída del mismo.

Dispondrá de dual SIM pudiendo usar el segundo operador como backup del primero en caso de pérdida de señal o mala cobertura.

El router dispondrá de cliente VPN (PPTP, L2TP, IPsec, GRE, OpenVPN) permitirá conexiones seguras extremo a extremo, port forwarding, firewall y cliente dynDNS integrados. Posibilidad de reset remoto a través de SMS. El router tendrá una antena WiFi de 5dBi y una antena GSM de 3dBi, cable ethernet UTP y alimentador externo 200 Vac.

3.3.57.2 Switches

Se instalarán los switches de última generación inteligentes necesarios para la conversión de fibra óptica a ethernet. Cumplirán con el estándar IEEE 802.3az de eficiencia energética de Ethernet. El soporte para la administración y configuración de IPv6 garantizará que su red permanezca protegida después de la actualización de IPv4 a IPv6.

Puertos e Interfaces

- Cantidad de puertos básicos de conmutación RJ-45 Ethernet: 8
- Puertos tipo básico de conmutación RJ-45 Ethernet: Gigabit Ethernet (10/100/1000)
- Cantidad de puertos SFP/SFP+: 2
- Cantidad de ranuras del módulo SFP: 2
- Conector eléctrico: Toma de entrada de CC

Conexión

- Estándares de red: IEEE 802.3, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x
- Soporte 10G: No
- Espejeo de puertos: Si
- Bidireccional completo (Full duplex): Si
- Soporte de control de flujo: Si
- Adición de vínculos: Si
- Auto MDI / MDI-X: Si
- Protocolo de árbol de expansión: Si
- Bloqueo de cabeza de línea (HOL): Si
- Auto-negociación: Si

3.3.57.3 Sensor de radiación

La radiación solar se medirá mediante un sensor de radiación. Así, se efectuará la supervisión del rendimiento de la instalación y de la producción de energía solar de la misma. El sensor de

radiación estará comunicado e integrado con el sistema de monitorización de forma que pueda haber datos de medida en tiempo real y gestionables para la elaboración de análisis e informes de rendimiento del sistema fotovoltaico y la evaluación del recurso solar según normativa vigente.

La sonda contará con una carcasa robusta que se acopla firmemente a una esquina del panel fotovoltaico con un tornillo de fijación o con un adaptador que permite su instalación en el lateral o la parte superior de los paneles. El dispositivo proporciona datos en el protocolo digital MODBUS, estándar en la industria solar a través de una interfaz RS-485.

La medición de la radiación se verá reducida si la cúpula del piranómetro no está limpia, por lo que se deberá mantener la cúpula limpia utilizando agua o alcohol. Para que en el interior del piranómetro no se genere humedad que puedan alterar la medición de la radiación, el piranómetro deberá tener un pequeño depósito con desecante que mantenga seco.

3.3.57.4 Sensor de temperatura

Una variable importante a la hora de monitorear la instalación fotovoltaica es la supervisión de los módulos fotovoltaicos. Para poder supervisar la temperatura de funcionamiento de los módulos será necesario instalar sensores de temperatura que medirán la temperatura de los módulos.

El sensor de temperatura para paneles fotovoltaicos es un componente que se enchufa en la carcasa, de tal forma que se puede desmontar fácilmente en caso necesario, por ejemplo, para su recalibración. El dispositivo proporciona datos en el protocolo digital MODBUS, estándar en la industria solar a través de una interfaz RS-485.

3.3.57.5 Sistema antivertido (Inyección 0)

Para legalizar una instalación de autoconsumo sin excedentes se debe disponer de una solución antivertido acorde al RD 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Según el artículo 4. *Clasificación de modalidades de autoconsumo* de dicho RD, la instalación objeto de este proyecto se encuadraría dentro de la modalidad de suministro con **autoconsumo sin excedentes**.

Para el sistema antivertido a instalar, se deberá aportar un informe de ensayos o certificado emitido por un laboratorio acreditado que demuestre el cumplimiento con los exigentes criterios establecidos por la ITC-BT-40 Anexo I: "Sistemas para evitar el vertido de energía a la red" (mismos requerimientos que la UNE 217001:2020).

Para garantizar que el vertido de energía a la red de distribución sea nulo, de forma adicional al datalogger, serán necesarios los siguientes componentes del sistema antivertido:

➤ **Equipo instalado en campo fotovoltaico**

Se trata de un regulador de potencia para el autoconsumo con cumplimiento de los criterios establecidos en la UNE 217001:2020 *Ensayos para sistemas que eviten el vertido de energía a la red de distribución* y RD 244/2019 de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Permitirá regular la potencia obtenida de fuentes renovables y aportar garantías físicas y lógicas para decidir qué potencia debemos o deseamos consumir de la red.

Integra en el mismo dispositivo regulador y un contador eliminando la necesidad de otros componentes externos en la regulación de la potencia. Permite regular la potencia obtenida de fuentes renovables utilizando la potencia real (potencia sin armónicos) y aportar garantías físicas y lógicas para decidir qué potencia debemos o deseamos consumir de la red. El objetivo final es limitar o eliminar la exportación de energía, de la manera más eficiente, consiguiendo maximizar la producción cumpliendo las restricciones normativas y técnicas. Aplicable a instalaciones monofásicas y trifásicas.

Es un controlador dinámico de potencia que permite regular el nivel de generación de los inversores de una instalación de producción (fotovoltaica, eólica, etc.) en función del consumo instantáneo. El objetivo final es limitar o eliminar la exportación de energía, de la manera más eficiente, consiguiendo maximizar la producción cumpliendo las restricciones normativas y técnicas.

Se instalará en la caseta de servicios auxiliares del campo fotovoltaico conectado al datalogger que controla los inversores y será un equipo multifunción con capacidad de:

- Gestionar múltiples modelos de inversores de distintos fabricantes. Comunicación TCP (SunSpec/Modbus) ó comunicación RS485 RTU (Modbus+. Requiere pasarela REN-TTL-485)
- Ajustado según legislación local Ej: España fase de mínimo consumo, media de consumos, ...)
- Aplicable a instalaciones monofásicas y trifásicas.
- Proporciona Servidor Modbus/TCP para monitorización
- Datos instantáneos en pantalla y mediante señalización luminosa y acústica.
- En modalidad autoconsumo sin excedentes: Evita la inyección de energía a la red (doble control físico y lógico) con cumplimiento de norma UNE 217001:2020 y RD244/2019.

➤ **Equipo instalado en estación de bombeo**

Concretamente en el centro de transformación de la Estación de Bombeo (conexión a embarrado) en el caso del sector A o bien, en el caso del sector B, directamente en la sala eléctrica de la Estación de Bombeo del sector B.

Será un controlador dinámico de potencia con inyección CERO. En este caso particular, es necesario su uso debido a la distancia existente entre el punto frontera y la instalación de generación. Su función será exclusivamente como contador de la energía que se toma de la red eléctrica (o se pudiera verter), sin ninguna limitación de potencia. Se apoyará en la lectura de la medida mediante analizador de red.

Se comunica mediante fibra óptica con el equipo de la planta fotovoltaica para transmitirle las lecturas de medidas de consumo de la red eléctrica.

3.3.57.6 Fibra optica

Se empleará fibra óptica para comunicar los equipos principales del sistema antivertido, ya que se encuentran instalados en diferentes edificios y los sistemas de vigilancia se empleará fibra óptica monomodo OS1 de 8 hilos con las siguientes características:

- Construcción bajo único subconducto con gel hidrófugo y recubrimiento de fibras de vidrio y acero corrugado resistente a la humedad.
- Protección mecánica, anti-humedad y anti-roedor.
- Cubierta exterior con 2 tensores FRP embebidos en cubierta LSZH-FR con compuesto retardante de llama e hilo rasgado en interior.
- Conexión con CCS en estación de bombeo, mediante cable fibra óptica monomodo incluyendo conexiones y conectores.

La fibra monomodo es ideal para enlaces de redes con gran ancho de banda y largas distancias distribuidos en áreas extensas, incluidas CATV, redes troncales en campus, aplicaciones de telecomunicaciones y grandes corporaciones. Esto se debe a sus altas velocidades de ancho de banda y distancias de 40 km o más.

3.3.58 Sistema de videovigilancia

Tanto en el Sector A como en el Sector B, se ha diseñado para la cubrir la totalidad de la parcela donde se encuentran campo fotovoltaico y caseta servicios auxiliares.

En la instalación existirá, un Centro de Control de Seguridad (CCS), desde el que se atenderán las operaciones de monitorización, parametrización, grabación y emisión de las señales y video. El CCS será, por tanto, el centro neurálgico de todo el sistema de seguridad, desde el cual se monitorizarán y gestionarán los subsistemas de seguridad, se establecerán todas las comunicaciones al exterior, y en su interior se alojarán los principales elementos de centralización de señales e integración de subsistemas de seguridad. Se ubicará en la estación de bombeo (sala eléctrica) de cada sector

Los subsistemas que conforman el sistema de seguridad del presente proyecto son los siguientes:

3.3.58.1 Subsistema de intrusión

Como elementos pertenecientes al sistema de intrusión se instalarán un detector de movimiento exterior, un contacto magnético en la puerta de entrada de la zona vallada, una sirena exterior, así como “támpen anti sabotaje” en las cajas exteriores que irán sujetas a los báculos que soportan las cámaras del subsistema de CCTV (**14 unidades en sector A y 9 unidades en sector B**) distribuidos por todo el perímetro vallado.

Junto al CCS, en cada estación de bombeo, tanto del sector A como en el sector B, se instalarán las medidas de detección de intrusión, las cuales se conectarán a una central de intrusión (alarma) que dispondrá de un teclado local para su control, según UNE EN 50131-1:2008/A3:2021 *Sistemas de alarma. Sistemas de alarma contra intrusión y atraco. Parte 1: Requisitos del sistema*

3.3.58.2 Subsistema de circuito cerrado televisión (CCTV)

Los sistemas de CCTV, pese a que pueden operar de manera aislada, suelen cubrir algunas de las funciones de las requeridas para los sistemas de seguridad. De esta manera, el CCTV deberá actuar como subsistema de CCTV, integrado en mayor o menor medida con otros subsistemas que refuercen y complementen sus funciones, para obtener el nivel de seguridad requerido en la instalación.

Se dispondrán cámaras fijas IP tipo domo (**1 unidad, sector A, 1 unidad sector B**) y cámaras térmicas de analítica embebida (**13 unidades sector A, 11 unidades sector B**), así como focos

de infrarrojos (**8 unidades sector A, 7 unidades sector B**) ubicados según planos, sobre báculos proyectados a lo largo del perímetro del campo fotovoltaico, a una altura de 4 metros.

Tabla 66. Características técnicas de la cámara domo

Cámara	
Sensor de imágenes	1/2.8" Progressive Scan CMOS
Max. Resolución	1920 x 1080
Min. Iluminación	Color: 0.005 Lux @ (F1.6, AGC ON), B/W: 0 Lux with IR
Velocidad de disparo	1/3 s to 1/100,000 s
Día y noche	IR cut filter
Ajuste del ángulo	Pan: -30° to 30°, tilt: 0° to 75°, rotate: 0° to 360°
Lentes	
Tipo de lentes	Fixed focal lens, 2.8 and 4 mm optional
Longitud focal & FOV	2.8 mm, horizontal FOV 106.4°, vertical FOV 58.4°, diagonal FOV 124.8° 12 mm, horizontal FOV 87.6°, vertical FOV 44.4°, diagonal FOV 104.9°
Montura del objetivo	M12
Tipo del iris	Fixed
Apertura	F1.6
Profundidad de campo	2.8 mm: 1.4 m to ∞ 12 mm: 2.1 m to ∞
Iluminación	
Tipo de luz suplementaria	IR
Rango de luz suplementaria	Por encima de 30 m
Luz inteligente suplem.	Si
IR Longitud de onda	850 nm
Video	
Corriente principal	50 Hz: 20 fps (3840 x 2160) 25 fps (3200 x 1800, 2688 x 1520, 1920 x 1080, 1280 x 720) 60 Hz: 20 fps (3840 x 2160) 30 fps (3200 x 1800, 2688 x 1520, 1920 x 1080, 1280 x 720)
Corriente secundaria	50 Hz: 25 fps (640 x 480, 640 x 360) 60 Hz: 30 fps (640 x 480, 640 x 360)
Corriente terciaria	50 Hz: 10 fps (1920 x 1080, 1280 x 720, 640 x 480, 640 x 360) 60 Hz: 10 fps (1920 x 1080, 1280 x 720, 640 x 480, 640 x 360) *Third stream is supported under certain settings.
Compresión de video	Main stream: H.265/H.264/H.264+/H.265+Sub-stream: H.265/H.264/MJPEG Third stream: H.265/H.264
Tasa de bits de video	32 Kbps to 16 Mbps
H.264 Tipo	Baseline Profile/Main Profile/High Profile

H.265 Tipo	Main Profile
Control de la tasa de bits	CBR/VBR
Audio	
Frecuencia de muestreo	Si
Frecuencia muestreo audio	8 kHz/16 kHz/32 kHz/44.1 kHz/48 kHz
Comprimción de audio	G.711ulaw/G.711alaw/G.722.1/G.726/MP2L2/PCM/MP3/AAC
Tasa de bits de audio	64 Kbps (G.711ulaw/G.711alaw)/16 Kbps (G.722.1)/16 Kbps (G.726)/32 to 192 Kbps (MP2L2)/8 to 320 Kbps (MP3)/16 to 64 Kbps (AAC)
Red	
Vista en vivo simultanea	Up to 6 channels
API	Open Network Video Interface (Profile S, Profile G), ISAPI, SDK
Protocolos	TCP/IP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, NTP, UPnP, SMTP, IGMP, 802.1X, QoS, IPv6, UDP, Bonjour, SSL/TLS, PPPoE
Usuario/anfitrión	Up to 32 users. 3 user levels: administrator, operator and user
Seguridad	Password protection, complicated password, HTTPS encryption, IP address filter, Security Audit Log, basic and digest authentication for HTTP/HTTPS, TLS 1.1/1.2, WSSE and digest authentication for Open Network Video Interface
Almacenamiento en red	NAS (NFS, SMB/CIFS), auto network replenishment (ANR)
Cliente	iVMS-4200, Hik-Connect, Hik-Central
Navegador web	Plug-in required live view: IE 10, IE 11 Plug-in free live view : Chrome 57.0+, Firefox 52.0+ Local service: Chrome 57.0+, Firefox 52.0+
Imagen	
Amplitud rango dinámico (WDR)	120 dB
SNR	≥ 52 dB
Interruptor día/noche	Day, Night, Auto, Schedule
Mejora de la imagen	BLC, HLC, 3D DNR
Interruptor parámetros de imagen	Yes
Configuración de la imagen	Rotate, mirror, privacy mask, saturation, brightness, contrast, sharpness, gain, white balance adjustable by client software or web browser
Interfaz	
Interfaz Ethernet	1 RJ45 10 M/100 M self-adaptive Ethernet port
Almacenamiento a bordo	Built-in memory card slot, support microSD card, up to 256 GB
Micrófono incorporado	Si
Audio	-IS: 1 input (line in), two-core terminal block, max. input amplitude: 3.3 Vpp, input impedance: 4.7 KΩ, interface type: non-equilibrium 1 output (line out), two-core terminal block, max. output amplitude: 3.3 Vpp, output impedance: 100 Ω, interface type: non-equilibrium

Alarma	-IS: 1 input, 1 output (max. 12 VDC, 20 mA)
Tecla de reinicio	Si

3.3.58.3 Subsistema de centralización

El subsistema de centralización, en cada sector, se encargará de transmitir (vía rúter 3G/4G) y procesar las señales de los distintos subsistemas, actuando automáticamente según su programación y presentando la información resultante a los operadores cuando esto sea necesario, de manera que estos puedan reaccionar ante las distintas incidencias que puedan presentarse.

El núcleo de este subsistema se ubicará en el CCS (Rack 24 unidades, sala eléctrica de la estación de bombeo, A y B), donde se alojarán la mayor parte de los equipos que realizarán la labor de centralización de los subsistemas de seguridad.

Se instalará en el CCS un switch de rango extendido que se encargará de gestionar las comunicaciones en la red de seguridad de todo el conjunto. Se considerará, por tanto, el suministro, instalación y configuración de los mismos.

Los elementos del sistema se conectarán mediante cable UTP categoría 6 exterior marcado CPR. Se trata de un cables de datos U/UTP CAT6, que soportan el protocolo Gigabit Ethernet hasta los 250MHz. Esto les permite garantizar velocidades de transferencia de 1Gbps. Pueden instalarse tanto en distribuciones verticales como horizontales.

Cumplen con los estándares de red 10 Base-T, 100 Base-T y 1000 Base-T.

Apto para aplicaciones Power Over Ethernet (PoE / PoE+) según la Norma IEEE 802.3.

Tabla 67. Características técnicas cable UTP cat 6

Especificaciones técnicas	Technical specifications		2123 CAT6305V	212302 CAT6U1000V	212305 CAT6L500WD
Conductor	Conductor	Material	Cobre sólido - Solid copper		
		Ø (mm)	0,55 ± 0,02		
Tipo de conductor	Conductor type	AWG	23		
Aislamiento del conductor	Conductor isolation	Material	Polietileno - Polyethylene		
		Ø (mm)	1,02		
Relleno	Filler	En cruz - "Crucifix"	Si - Yes		
Cubierta exterior	Outer sheath	Material	Low Smoke & Free Halogen (LSFH)		
		Ø (mm)	6,2 ± 0,2		
		Espesor - Thickness (mm)	0,50 ± 0,05		
		Color - Colour	Violeta - Violet	Blanco - White	
Hilo de rasgado	Rip cord		Si - Yes		
Reacción ante el fuego	Reaction to fire	CPR	Dca - s2, d2, a1		
Impedancia nominal	Nominal impedance	Ω	100 ± 15		
Resistencia máxima conductor	Maximum conductor resistance	Ω/Km	<117		
Velocidad nominal	Nominal velocity	%	72		
Tensión de trabajo	Working voltage	V	300		
Forma de suministro	Supply form		Caja dispensadora - Dispenser box (305m)	Bobina dispensadora - Dispenser reel (1000m)	Bobina dispensadora - Dispenser reel (500m)
Dimensiones (xyz)	Dimensions (xyz)	mm	210 x 420 x 420	560 x 560 x 235	310 x 370 x 370 356 x 360 x 360
Peso	Weight	g	12200 ± 5%	45500 ± 5%	24000 ± 5%

El videograbador poseerá las características descritas en la siguiente tabla:

Tabla 68. Características técnicas del videograbador

Entradas Video/Audio	
Entradas de Video IP	8-ch
Entrada de Audio	1-ch
Interface de Entrada de Audio	RCA (2.0 Vp-p, 1 kΩ)
Audio de 2 Vías	1-ch (Audio In)
Ethernet	
Ancho de Banda entrante	25 Mbps
Ancho de Banda saliente	40 Mbps
Conexión Remota	128
Salidas Video/Audio	
Resolución de Grabación	5MP/3MP/1080p/UXGA/720p/VGA/4CIF/DCIF/2CIF/CIF/QCIF
Salida HDMI/VGA	1-ch, resolución: 1920 × 1080P /60Hz, 1600 × 1200 /60Hz, 1280 × 1024 /60Hz, 1280 × 720 /60Hz, 1024 × 768 /60Hz
Salida de Audio	1-ch, RCA (Linear electrical level, 1KΩ)
Resolución en Reproducción	5MP /3MP /1080P /UXGA /720P /VGA /4CIF /DCIF /2CIF /CIF /QCIF
Reproducción sincronizada	4-ch@720P, 2-ch@1080P, 1-ch@5MP
Discos Duros	
SATA	1 interfase SATA
Capacidad	Hasta 4TB de capacidad
Interface Externa	
Interfase de Red	1 Interfase Ethernet RJ45 10/100 Mbps auto-adaptable
Interfase de Antena	1, con función AP inalámbrica
Interfase USB	2 interfase USB 2.0
General	
Alimentación	12 V _{DC}
Consumo	≤15 W (sin disco duro o DVD-R/W)
Temperatura de operación	-10 °C ~ +55 °C (+14 °F ~ + 131 °F)
Humedad Relativa	10% ~ 90%
Chasis	Standalone rack-mounted 1U chassis
Dimensiones	200(W) × 200(D) ×45(H) mm
Peso	≤1Kg (sin discos duros)

3.3.59 Sistema de telecontrol

3.3.59.1 Normativa y generalidades

El presente pliego de prescripciones técnicas tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de los materiales a utilizar, así como las condiciones de ejecución de las instalaciones del sistema de automatización y telecontrol que, soportado por los correspondientes medios de telecomunicación, permita el control integral de las zonas regables de las comunidades de regantes.

Serán de aplicación cuantas prescripciones figuren en normas, reglamentos, pliegos e instrucciones oficiales que regulen la realización de los trabajos y la calidad de los materiales.

Los materiales atenderán a lo dispuesto sobre el mercado CE de acuerdo con el Reglamento (UE) n ° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y la legislación de transposición o modificación que se derive de aquella.

El objetivo del telecontrol es dotar a las nuevas instalaciones de riego de las infraestructuras de comunicaciones y control necesarias para que pueda realizarse un óptimo funcionamiento de los elementos hidráulicos situados en dicha red de riego.

El Sistema de Telecontrol está formado por los siguientes elementos principales:

1. CECO: Centro de Control ubicado en oficinas de la Comunidad de Regantes en Arroyo de San Serván.
2. ESTACIONES DE BOMBEO: Estaciones remotas de control con autómatas ubicadas en las estaciones de bombeo de cabecera de cada sector
3. CONCENTRADORAS Y REMOTAS EN HIDRANTES: En cada hidrante o agrupación de hidrantes se instalará una remota y dada la distancia a salvar y/o el gran número de remotas existentes se dispondrán estaciones concentradoras.

El conjunto del telecontrol y, por tanto, la aplicación de control SCADA y la aplicación de gestión estarán implementadas para cumplir la norma de interoperabilidad UNE 318002-3 «Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad».

3.3.59.2 Interoperabilidad

La implementación de la interfaz interoperable para los sistemas de telecontrol se encuentra especificada en la norma UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables.

Parte 3: Interoperabilidad, elaborada por el grupo de trabajo GT3-Telecontrol del comité técnico de normalización CTN 318-Riegos de la Asociación Española de Normalización (UNE). Esta implementación estará ajustada a las especificaciones de la norma UNE 318002-3:2021 contenidas en su Anexo B «Interfaz de subsistemas con SOAP 1.2», si se realiza con protocolo SOAP 1.2, o a las contenidas en su Anexo G «Interfaz de subsistemas con REST», si se realiza con protocolo REST.

Este estándar establece las directrices para la interoperabilidad entre los sistemas desarrollados para la gestión y/o control de las instalaciones de riego. La norma puede ser aplicada bajo cualquier plataforma tecnológica y en cualquier tipo de sistema de riego, independientemente del esquema de gestión del agua (público o privado, individual o colectivo).

Este estándar no define los requisitos de hardware o software para ninguno de los sistemas a los que se aplica. Solo se refiere a interfaces de acceso, sin restricciones sobre las implementaciones subyacentes. El estándar ha sido diseñado para evitar interferencias con soluciones propietarias sujetas a propiedad intelectual. Para garantizar la interoperabilidad basada en estas premisas, el estándar define tres interfaces de comunicación (Interfaz de Gestión, Interfaz de Eventos e Interfaz con Subsistemas) y la arquitectura sobre la que aplican estas interfaces. Se requieren tres niveles de arquitectura para acomodar las interfaces:

- El nivel de gestión, donde se ubicará cualquier MIS que cumpla con la norma. De todos los métodos disponibles, cada MIS solo implementará aquellos que sean necesarios para ejecutar sus funcionalidades.
- El nivel de control superior: coordinación. Este elemento de software (el bróker de coordinación) actúa como enlace entre las aplicaciones MIS y los subsistemas de control. Todos los métodos deben estar a disposición del Bróker de Coordinación para garantizar la correcta ejecución de sus tareas.
- El nivel de control inferior: RMCS. Estos también pueden denominarse subsistemas de riego. Son soluciones comerciales completas (hardware y software) diseñadas para controlar ciertas entidades de riego. Cada subsistema debe implementar los métodos necesarios para realizar las tareas de la entidad o entidades de riego que controla.

Tanto la aplicación de control SCADA como la aplicación de gestión estarán implementadas para cumplir la norma de interoperabilidad UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad.

La aplicación de control SCADA estará siempre aguas abajo del bróker de coordinación (en adelante, coordinador) y quedará implementada para comunicar con él, sea este coordinador instalado en la obra o no.

Sin embargo, la aplicación de gestión podrá implementarse bien aguas abajo del coordinador (en caso de no instalarse un coordinador) o bien aguas arriba del mismo (en caso de que sí se instale un coordinador), pero siempre implementada para comunicar con el coordinador según la norma descrita anteriormente.

3.3.59.3 Características técnicas generales y obligatorias

Las especificaciones contenidas en esta parte del Pliego de Prescripciones técnicas son condiciones mínimas de obligado cumplimiento para los sistemas que sean ofertados y su incumplimiento será causa de exclusión.

3.3.59.3.1 *Términos y definiciones*

- **Red de riego**

Abastecimiento. Estructura de abastecimiento de agua como: río, canal, embalse, balsa, pozo, etc. (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Acometida. Localización de la toma de agua en el origen del abastecimiento (en caso de tratarse de distribución por gravedad, será cada toma del canal) (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Sector. Área regable abastecida por cada acometida (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Subsector. Subárea regable dentro de un sector que funciona independientemente del resto del sector (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Agrupación (bloque de riego). Área regable dentro de un sector en la que el caudal y la presión están sujetos a un control comunitario (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Parcela. Área regable dentro de una agrupación, con autonomía en lo concerniente al cultivo y al control unitario del consumo (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Tubería principal. Tubería de conexión entre la acometida y cada subsector o conjunto de agrupaciones (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Tubería secundaria. Tubería de conexión entre el extremo de cada tubería principal y el punto de control de cada grupo o bloque de riego (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Portarramales. Tubería de conexión entre el punto de control de cada grupo o bloque de riego y el punto de control de cada parcela (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Ramal. Tubería de conexión entre el punto de control de cada parcela y los elementos de aplicación del agua sobre el campo. No se considera como un elemento de la red de distribución (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Toma de parcela. Elemento instalado en la tubería portarramales utilizado para controlar el abastecimiento de agua y distribuirla a la parcela (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Hidrante. Elemento de unión al ramal de riego dentro de la parcela (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Válvula. Dispositivo de control del caudal suministrado a un sistema de distribución de agua para riego (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Contador. Dispositivo que mide el volumen total de caudal que atraviesa la válvula (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

3.3.59.3.2 *Sistema de automatización*

- **Automatización**

Se entiende por automatización el conjunto de procesos que llevarán a hacer funcionar la instalación en ciclo continuo, sin necesidad de intervención humana. En cada instalación se distinguirá el ciclo base como el ciclo de funcionamiento normal de la instalación. Se denominarán ciclos auxiliares aquellos que se realizan de forma periódica con propósito de mantenimiento, limpieza, etc.

Por diseño de ingeniería se establecerá cuál es el ciclo básico, así como los parámetros en los que debe desenvolverse el mismo y las alarmas que debe generar. Una vez determinado este ciclo se diseñarán los diferentes ciclos auxiliares, así como los momentos en que deben

desencadenarse.

El sistema usará habitualmente un doble proceso. Por una parte, se instalará un cuadro eléctrico central donde se conectarán a un bornero de relés los distintos mecanismos que se van a activar. Los relés actuarán a través de un autómata programable adecuadamente dimensionado a las necesidades. El autómata programable guardará en su memoria un informe de estado de los diferentes dispositivos existentes. Se instalarán además pulsadores adicionales para actuar manualmente sobre aquellos mecanismos sobre los que se estime conveniente tener un acceso más directo.

- **Telecomunicaciones**

Comunicación por microondas. Comunicación que utiliza frecuencias superiores a unos 5 GHz, en la gama de las microondas (Diccionario español de ingeniería de la Real Academia de Ingeniería).

GPRS (General Packet Radio Service). Evolución de la red de telefonía celular GSM que permite la transmisión de datos mediante conmutación de paquetes. Alcanza velocidades de transmisión teóricas de hasta 170 kbps. Es una tecnología de transición entre los sistemas GSM y UMTS, por lo que también es conocida como tecnología móvil 2,5G (Diccionario panhispánico del español jurídico de la Real Academia Española).

GSM (Global System for Mobile Communications). Sistema de comunicaciones móviles digitales de segunda generación para aplicaciones de voz y datos hasta 9,6 kbps (Diccionario español de ingeniería de la Real Academia de Ingeniería).

Radiocomunicación. Telecomunicación realizada por medio de las ondas radioeléctricas (Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española).

Telecomunicaciones. Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos (Diccionario panhispánico del español jurídico de la Real Academia Española).

Wifi. Certificado que otorga la WECA a aquellos dispositivos que utilizan el estándar IEEE 802.11b o IEEE 802.11g para conectarse a redes LAN de forma inalámbrica y que cumplen una serie de requisitos (Diccionario español de ingeniería de la Real Academia de Ingeniería).

WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access). Sistema de comunicaciones inalámbricas (IEEE 802.16) diseñado para la creación de redes de área metropolitana. Es similar a la norma Wi-Fi, pero proporciona con una mayor cobertura y tasa de bits (Diccionario español

de ingeniería de la Real Academia de Ingeniería).

3.3.59.3.3 *Sistema de telecontrol*

- **Aplicación MIS.** Programa informático destinado a la toma de decisiones administrativas y/o operativas en las entidades de riego. Ejecuta una o más de las siguientes funciones específicas:
 - control administrativo;
 - control contable;
 - labores de mantenimiento;
 - modelización del comportamiento;
 - gestión operativa; y
 - cualquier otro fin destinado a mejorar la toma de decisiones.

La lista anterior es descriptiva y no limitativa (UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad).

Base de datos de tiempo real. Conjunto de los datos que definen el estado de la instalación en el momento en que son consultados.

Base de datos histórica. Base de datos que describe la evolución de la instalación durante un período de tiempo.

Bróker de Coordinación. Programa informático responsable del mapeado de las entidades de riego, de la recogida y consolidación de sus datos y de la gestión de los Elementos de Procedimiento ejecutados por las mismas. Debe ajustarse a las interfaces de gestión, subsistemas y eventos (UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad).

Sistema de telecontrol de zonas regables; RMCs. Conjunto de elementos preparado para funcionar en redes geográficamente distribuidas según parámetros predefinidos o decisiones del usuario, y capaz de supervisar y almacenar datos y parámetros de funcionamiento (UNE- EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Sistema de telecontrol. Sistema que sirve para supervisar y controlar procesos distribuidos geográficamente. Incluye todos los equipos y funciones necesarias para la adquisición,

procesamiento, transmisión y visualización de la información necesaria del proceso (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Subsistema. Denominación que recibe un RMCS en términos de interoperabilidad (UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad).

Telecontrol. Conocimiento del estado de la instalación mediante una consulta remota al área de memoria del autómata donde se guardan los valores que define el estado de la misma.

Telemando. Se denominará telemando a la acción de cambiar remotamente el contenido de la memoria del autómata que controla la instalación, con el objeto de que este desencadene un ciclo alternativo al ciclo principal o modifique los parámetros en los que el ciclo principal se desenvuelve.

Telecontaje; transmisión de totales integrados. Transmisión a distancia de los valores tomados por las magnitudes medibles que se integran en función de una variable dada, tal como el tiempo, utilizando técnicas de telecomunicaciones. La integración puede realizarse antes o después de la transmisión. Si la integración se realiza antes de la transmisión se utiliza el término «transmisión de valores integrados» (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Teleindicación; Telesñalización. Supervisión remota de información sobre el estado de alarmas, posición de los interruptores o posición de las válvulas (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Telemedición. Transmisión de los valores de las variables medidas utilizando técnicas de telecomunicaciones (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Televigilancia. Supervisión a distancia del estado de funcionamiento de una instalación utilizando técnicas de telecomunicaciones (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Telegestión. Gestión de la información recopilada por el sistema de telecontrol de la zona regable, cuyo objetivo es facilitar la gestión de la comunidad de regantes o del grupo de usuarios (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Centro de control; CCU. Conjunto de dispositivos diseñado para recopilar y procesar, de forma manual o automática, los parámetros de estado del sistema (estado de la válvula, lectura del

contador, lectura del transmisor de nivel, estado del motor, etc.) necesarios para la gestión del sistema (recopilación de datos, generación de informes actuales e históricos, y toma de decisiones para la gestión del riego (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Estación concentradora; CTR. Estación de una red jerárquica de telecontrol en la que se concentra la información supervisada procedente del terminal remoto (TR) para su envío al centro de control (CCU) y en la que las órdenes recibidas desde el CCU se distribuyen al TR (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Estación intermedia. Estación diseñada para organizar la transferencia de información y la comunicación bidireccional entre el CCU y la EC o el TR (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Terminal remoto; TR; Unidad remota. Equipo diseñado para actuar sobre un accionador según las instrucciones del CCU, así como para leer cualquier parámetro físico que daba ser enviado al CCU (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Información monitorizada. Información de la red de riego que muestra el estado de la instalación o un cambio en su estado. Esta información se visualiza de modo gráfico o numérico en el CCU (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Control. Acción intencionada sobre un sistema o dispositivo para conseguir los resultados especificados (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Tiempo del ciclo. Tiempo transcurrido entre apariciones consecutivas de cualquier información que es transmitida periódicamente (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Transmisión cíclica. Método de transmisión en el que se examinan las fuentes del mensaje y este se transmite de acuerdo a una secuencia definida (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

Seguridad de datos. Procedimientos y acciones definidas para prevenir la revelación, transferencia, modificación o destrucción de datos de manera no autorizada, ya sea accidentalmente o de forma voluntaria (UNE-EN 15099-1:2007, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales).

3.3.59.3.4 *Alcance del sistema de automatización y telecontrol*

El sistema proyectado contempla la automatización de las obras de toma, de las estaciones de bombeo además de la red de telecontrol de Hidrantes.

El sistema de automatización y telecontrol estará basado en un sistema de comunicaciones por radiofrecuencia, distribuyendo los elementos de control (terminales remotos) en los distintos elementos a controlar, dotándolos de inteligencia y total autonomía aún en ausencia de comunicaciones con el centro de control.

3.3.59.3.5 *Funciones desde el punto de vista del usuario final (comunidad de regantes)*

- Explotación y gestión racional, automática y centralizada de las infraestructuras de riego desde el punto de vista de la comunidad de regantes, consiguiendo:
 - Monitorización continua del estado de los elementos hidráulicos y del sistema de control.
 - Facilitar el manejo y la operación cotidiana de las instalaciones.
 - Incrementar la capacidad de reacción y respuesta de las infraestructuras ante situaciones críticas.
 - Aumentar la capacidad de suministro gracias a la posibilidad de suministrar el caudal necesario ante situaciones de demanda instantánea.
- Control de las dosis correctas de riego basándose en:
 - Una gestión agroclimática, de suelo y cultivo correspondiente a su hidrante, consiguiendo un alto grado de eficiencia en el riego.
 - Posibilidad elegir consumos, de forma independiente, en franjas horarias a decisión de la comunidad de regantes.

3.3.59.3.6 *Funciones del sistema desde el punto de vista del regante*

- Posibilidad de acceso web a consumos para que cualquier regante vía Internet pueda acceder mediante clave (en inglés, password) a los consumos propios de su parcela.
- Posibilidad de consultar vía web el volumen de su contador asociado.
- Posibilidad de apertura y cierre de su hidrante asociado (dependiendo del diseño de los hidrantes).

3.3.59.3.7 *Funciones de recogida automática de la información*

- Datos de explotación hidráulicos: volúmenes consumidos y presiones registradas.
- Datos de explotación del sistema de control: estado energético y de los enlaces de comunicaciones.
- Actuaciones realizadas.
- Diario de eventos y alarmas. Se registrarán todos los eventos y la información posible de los distintos elementos del sistema, incluyendo actuaciones, estados de funcionamiento, recogida periódica de los datos de sensores, órdenes ejecutadas, alarmas, etc. Se generarán todas las alarmas que puedan indicar errores en el sistema, incongruencia, incompatibilidad o anomalías en la información recibida de los distintos elementos instalados, incluyendo desconexión o robo de equipos.
- Conectividad con el centro de control, en caso de ser necesario, a través de conexión remota vía Internet desde la oficina central de la comunidad de regantes u otra localización especificada por la comunidad de regantes.
- Generación de archivos de consumos con al menos las tarificaciones horarias vigentes.
- Generación de archivos de consumos con al menos 24 lecturas horarias parciales por día.

3.3.59.3.8 *Funciones de procesamiento de datos recogidos*

- Gestionar los consumos por hidrantes o toma con discriminación horaria de acuerdo a cualquier configuración de tramos que se desee.
- Gestión y control de dotaciones de volumen por sector, por regante, por hidrante y por tramo horario.
- Gestión y control de dotaciones por caudal instantáneo por sector, por regante, por hidrante y por tramo horario.
- Personalización de informes de consumos diarios y semanales.
- Volcar la información a bases de datos SQL o similar para intercambio datos con:
 - páginas web.

- unidades remotas;
- autómatas programables.

3.3.59.4 Configuración del sistema

Dadas las características de la red hidráulica, número de puntos a controlar, tipo de control requerido, enclavamientos críticos, condiciones de suministro energético, la arquitectura del telecontrol está formada por varios subconjuntos, que formaran una red de alta y una red de baja.

3.3.59.4.1 *Red de Alta*

La RED DE ALTA estará formada por las dos estaciones de bombeo: E.B. Sector A y E.B. Sector B.

Los puntos de control de RED DE ALTA contarán con autómatas con altas prestaciones de procesamiento de señal. En las estaciones de bombeo hay suministro eléctrico 230/400V.

A través del Canal de Lobón, llegará el agua hasta las estaciones de bombeo y desde ellas se distribuye el agua hacia el Sector A y el B. Los puntos de control en cada estación de bombeo son los siguientes:

Tabla 69. Características puntos de control (Red alta)

PUNTOS DE CONTROL EN RED DE ALTA		
ID	INSTALACIÓN	CONTROL PRINCIPAL
E.B. SECTOR A	Estación de bombeo Sector A	<ul style="list-style-type: none"> - Actuación Válvulas de Corte Motorizadas a la salida de gravedad (7): Apertura/Cierre - Actuación sobre batería de filtros (posible actuación futura). - Lectura presión aguas arriba y aguas abajo (4). - Lectura detector de flujo (6) - Lectura Caudalímetro (1). - Monitorización de sistema fotovoltaico de abastecimiento de energía para estación de bombeo - Actuación y control de Bombas (6 variadores de velocidad) - Actuación y control de campo fotovoltaico para bombeo con monitorización de todos los inversores (hasta 18 inversores) - Sistema de videovigilancia - Lectura Nivel cantara de aspiración - Boyas máximo-mínimo - Sondas PT-100 - Resistencias de caldeo
E.B. SECTOR B	Estación de bombeo Sector B	<ul style="list-style-type: none"> - Actuación Válvulas de Corte Motorizadas a la salida de gravedad (7): Apertura/Cierre - Actuación sobre batería de filtros (posible actuación futura). - Lectura presión aguas arriba y aguas abajo (4). - Lectura detector de flujo (6) - Lectura Caudalímetro (1). - Monitorización de sistema fotovoltaico de abastecimiento de energía para estación de bombeo - Actuación y control de Bombas (6 variadores de velocidad) - Actuación y control de campo fotovoltaico para bombeo con monitorización de todos los inversores (hasta 18 inversores) - Sistema de videovigilancia - Lectura Nivel cantara de aspiración - Boyas máximo-mínimo - Sondas PT-100 - Resistencias de caldeo

3.3.59.4.2 Red de Baja

Para la RED DE BAJA se utilizan concentradoras y remotas para control de hidrantes de bajo consumo, cuyo diseño específico minimiza la necesidad de consumo de energía eléctrica y que por tanto son las más adecuadas para su utilización en campo abierto. Estas remotas requieren una alimentación mínima al estar optimizado su diseño en ese sentido, realizada con pilas convencionales. Las concentradoras necesitarán alimentación solar. Esto permite un sondeo frecuente de las remotas.

En cada sector se diseña una unidad concentradora con alimentación solar y que controlará todas las unidades remotas de su sector.

Tabla 70. Características puntos de control (Red baja)

PUNTOS DE CONTROL EN RED DE BAJA		
ID	INSTALACIÓN	CONTROL PRINCIPAL
CON01	Concentradora nº 1 en Sector A	<ul style="list-style-type: none"> - Concentran la comunicación de varias remotas y comunican con el Centro de Control - Ubicación: centrada en Sector A
CON02	Concentradora nº 2 en Sector B	<ul style="list-style-type: none"> - Concentran la comunicación de varias remotas y comunican con el Centro de Control - Ubicación: centrada en Sector B
REM01 a REM119	Remota nº 1 a nº 119 en Sector A	N salidas individuales futuras (hasta un máximo de 8) <ul style="list-style-type: none"> - Actuación Válvulas Hidráulicas (1): Apertura/Cierre. - Lectura contador (N). - Lectura de presión (N en puntos seleccionados) - Intrusismo
REM120 a REM169	Remota nº 120 a nº 169 en Sector B	N salidas individuales futuras (hasta un máximo de 8) <ul style="list-style-type: none"> - Actuación Válvulas Hidráulicas (1): Apertura/Cierre. - Lectura contador (N). - Lectura de presión (N en puntos seleccionados) - Intrusismo

3.3.59.5 Sistema de comunicaciones

El sistema de comunicaciones está estructurado en dos niveles:

- COMUNICACIÓN CECO (Centro de Control, en adelante CECO) – RED DE ALTA.
 - RED DE ALTA:
 - Estación de bombeo Sector A
 - Estación de bombeo Sector B

El CECO se encuentra ubicado en las oficinas de la Comunidad de Regantes. Entre el CECO y la RED DE ALTA se ha establecido una VPN (Virtual Private Network o Red Privada Virtual). Se dispone en la oficina de la Colectividad de una conexión ADSL/FIBRA suficientemente ágil, así como de una dirección IP fija para el Router VPN.

Los autómatas de control de la Red de Alta se comunican vía 4G con el CECO mediante la VPN Establecida.

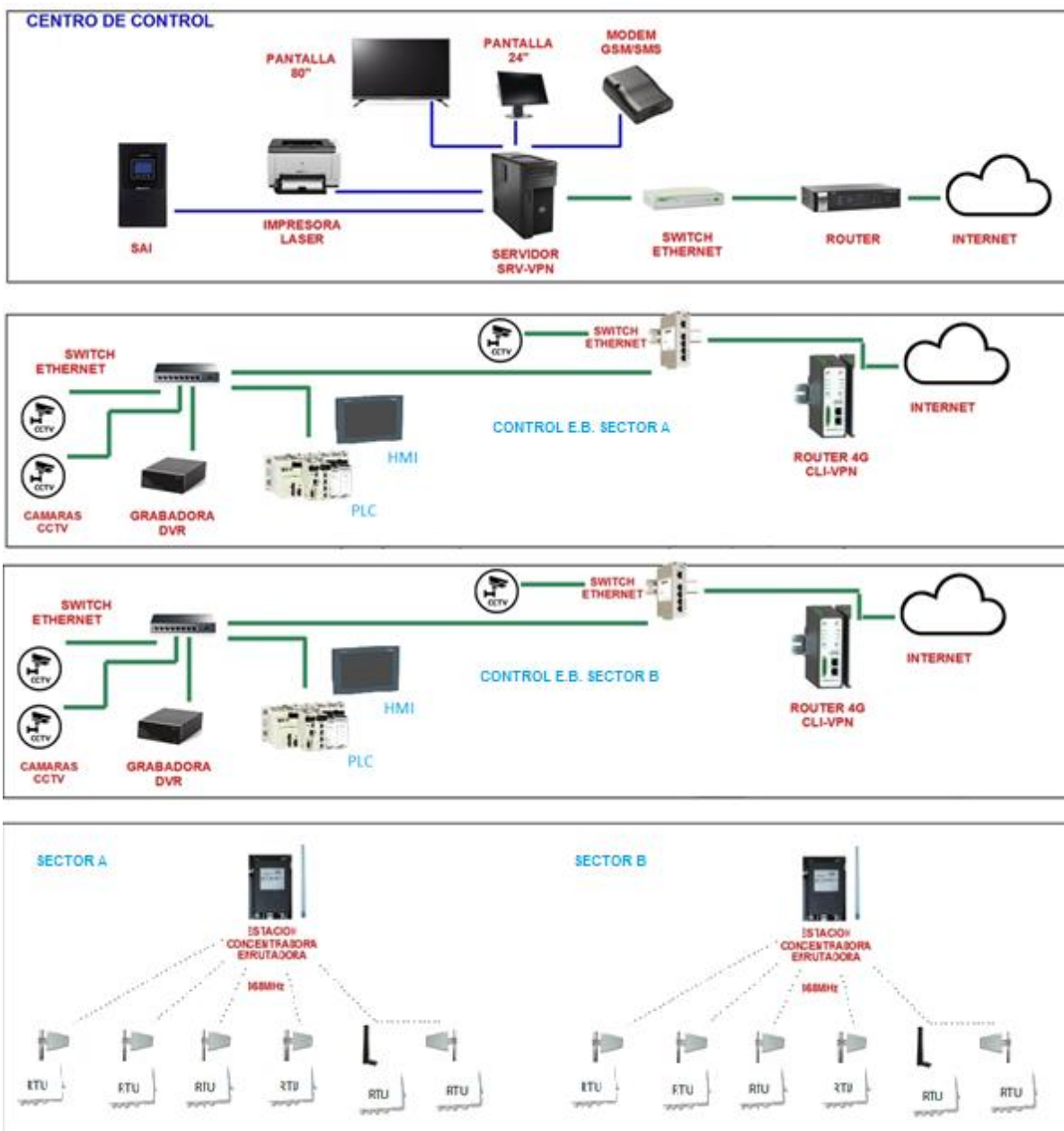
- COMUNICACIONES CONCENTRADORAS - CECO:

Las concentradoras comunican vía 4G, con el Centro de Control mediante la VPN Establecida.

- COMUNICACIONES RED DE BAJA - CONCENTRADORAS:

Las remotas de control de la Red de Baja comunican mediante radio libre de licencia a frecuencia 868 MHz a 500 mW de potencia de transmisión con las Estaciones Concentradoras (ECC) de cada sector, que realizan la función de enrutar las comunicaciones recibidas desde el SCADA del CECO a la remota de campo correspondiente y viceversa.

El esquema de configuración final de la instalación quedó estructurado de la siguiente forma:



Esquema 1. Configuración final de la instalación

El sistema permitirá un tiempo de *polling* de máximo 12 min en la Red de Baja (para 500 remotas) y un tiempo de refresco casi instantáneo (<1 minuto) en la Red de Alta. No obstante, dado que el sistema dispondrá de un sistema de transmisión de alarmas críticas de forma espontánea entre remotas de riego (Red de Baja) y Concentradora, es posible alargar dicho tiempo de *polling* disminuyendo considerablemente el número de datos a tratar por el sistema de almacenamiento e información, la mayoría invariantes. El tiempo de *polling* del sistema podrá ser configurable por el usuario, con un tiempo mínimo de 12 minutos para la Red de Baja y 15 segundos para la Red de Alta.

El sistema optimizará las comunicaciones buscando una solución de compromiso entre la frecuencia de lectura de variables críticas y el tiempo total de *polling* que se ve afectado por las interrupciones en búsqueda de dichas alarmas.

Los autómatas no necesitarán elemento intermedio (Concentrador) para el enrutamiento de los datos, por lo que la información que se recibe a través del ROUTER 4G, desde cada uno de los de los puntos de control, es transmitida a través del túnel VPN directamente al Centro de Control, teniendo un tiempo de refresco de los datos en el Scada del puesto Central en torno a 15 s.

En cada autómata PLC de control de la Red de Alta se ha previsto una tarjeta de comunicaciones 4G que podría potenciar la arquitectura del Sistema de Comunicaciones:

- Permite el acceso remoto al PLC para mantenimiento y cambios en el programa
- Permite consultas a las remotas desde un teléfono móvil.

El servidor previsto en el Centro de Control realiza las funciones tanto de servidor de Red de Alta como de servidor de Red de Baja. Los datos son almacenados en una base de datos y nube.

El servidor está dotado de dos monitores de 24" para visualización del software de control (Scada, software de gestión, y aplicación WEB)", en la que se puede visualizar cada una de las aplicaciones del servidor (aunque podrá existir redundancia con un servidor web).

El radiomodem GSM, también en el Centro de Control, permite la salida de mensajes de alarma del sistema a los técnicos de la Comunidad.

3.3.59.6 Centro de control

El Centro de Control está ubicado en la sede de la Comunidad de Regantes y es el centro de información y último elemento de comunicación del sistema (se envía y recibe toda la información de la instalación), si bien la información también se almacenará en la nube.

- 1 PC de altas prestaciones como Servidor Principal Red de Alta y Baja con dos monitores de 24". El servidor estará instalado en un recinto cerrado y refrigerado especialmente concebido para ello, dentro de un armario mural rack 19" 6U F450 1C.
- 1 Sistema de alimentación ininterrumpida ONLINE SAI 3000VA/2400W 30 minutos (dado al sobredimensionado de potencia, se estima una duración aprox. de 1 hora ante fallo suministro eléctrico para el servidor).
- Impresora de alta velocidad láser A3.
- Pantalla 55"
- 1 Radiomodem GSM para emisión de alarmas e interfaz con telefonía móvil regantes.

- 1 Servidor NAS para almacenamiento en red.
- 1 Router Dual Gigabit WAN VPN.
- 1 Switch industrial para la interconexión de todos los elementos del Centro de Control.

3.3.59.6.1 *Equipo Servidor*

Se instalará como PC servidor un equipo de muy altas prestaciones. Sus especificaciones técnicas son:

- **Procesador**
 - Fabricante de procesador: Intel
 - Modelo del procesador: 4214R
 - Frecuencia del procesador: 2,4 GHz
 - Frecuencia del procesador turbo: 3,5 GHz
 - Familia de procesador: Intel® Xeon® Silver
 - Número de núcleos de procesador: 12
 - Caché del procesador: 16,5 MB
 - Número de procesadores instalados: 1
 - Potencia de diseño térmico (TDP): 100 W
 - Socket de procesador: LGA 3647 (Socket P)
 - Litografía del procesador: 14 nm
 - Número de filamentos de procesador: 24
 - Modo de procesador operativo: 64 bits
 - Procesador nombre en clave: Cascade Lake
 - Tcase: 79 °C
 - Memoria interna máxima que admite el procesador: 1024 GB
 - Tipos de memoria que admite el procesador: DDR4-SDRAM
 - Velocidad de reloj de memoria que admite el procesador: 2400 MHz
 - Execute Disable Bit: Si
 - Número máximo de buses PCI Express: 48
 - Tamaño del CPU: 76.0 x 56.5 mm
 - Set de instrucciones soportadas: SSE4.2,AVX,AVX 2.0,AVX-512
 - Escalabilidad: 2S
 - Opciones integradas disponibles: Si
- **Memoria**
 - Memoria interna: 32 GB
 - Tipo de memoria con búfer: Registered (buffered)
 - Clasificación de memoria: 2
 - Tipo de memoria interna: DDR4-SDRAM
 - Ranuras de memoria: 24 x DIMM
 - Disposición de la memoria: 1 x 32 GB

- Rango de memoria de transferencia de datos: 3200 MT/s
- Memoria interna máxima: 384 GB
- **Medios de almacenaje**
 - Capacidad total de almacenaje: 480 GB
 - Número de HDDs soportados: 8
 - Tamaños de disco duro soportados: 2.5"
 - Número de unidades SSD instalados: 2
 - SDD, capacidad: 480 GB
 - Interfaces del SDD: Serial ATA III
 - Controladores RAID compatibles: PERC H730P 2GB
 - Compatibilidad con Hot-Plug: Si
 - Tipo de unidad óptica: No
 - Terabytes escritos (TBW, Terabytes written): 876
 - Escrituras en el disco por día (DWPD, Drive writes per day): 1
- **Conexión**
 - Controlador LAN: Broadcom 5720, Broadcom 57412
 - Ethernet: Si
 - Tecnología de cableado: 10/100/1000Base-T(X)
 - Tipo de interfaz ethernet: 10 Gigabit Ethernet, Gigabit Ethernet
- **Puertos e Interfaces**
 - Ethernet LAN (RJ-45) cantidad de puertos: 4
 - Cantidad de puertos USB 2.0: 1
 - Cantidad de puertos tipo A USB 3.2 Gen 1 (3.1 Gen 1): 2
 - Cantidad de puertos VGA (D-Sub): 1
 - Puerto serial: 1
- **Ranuras de expansión**
 - Versión de entradas de PCI Express: 3.0
- **Diseño**
 - Tipo de chasis: Bastidor (1U)
 - Color del producto: Negro
 - Montaje en rack: Si
 - Rieles de rack: Si
 - Bisel: Si
- **Desempeño**
 - Administración remota: iDRAC9 Enterprise
- **Software**
 - Sistema operativo instalado: Si

- Sistemas operativos Microsoft Windows Server with Hyper-V
- **Características especiales del procesador**
 - Tecnología SpeedStep mejorada de Intel: Si
 - Tecnología de virtualización de Intel® para E / S dirigida (VT-d): Si
 - Intel Hyper-Threading: Si
 - Tecnología Intel® Turbo Boost: 2.0
 - Intel® AES Nuevas instrucciones (Intel® AES-NI): Si
 - Tecnología Trusted Execution de Intel®: Si
 - VT-x de Intel® con Extended Page Tables (EPT): Si
 - Intel® 64: Si
 - Tecnología de virtualización Intel® (VT-x): Si
 - Procesador ARK ID: 197100

Este servidor está conectado de la siguiente manera:

- Alimentación a través de sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).
- Comunicación con red local Ethernet.
- Comunicación con Router Dual Gigabit WAN VPN del Centro de Control.

En cuanto a la configuración del servidor se ha de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Configuración de red local. Debe tener una dirección IP fija.
- Configuración de seguridades DCOM para un correcto funcionamiento del Servidor OPC.
- El sistema de base de datos debe tener habilitado el acceso a través de conexiones TCP/IP.
- El firewall del sistema debe habilitar las comunicaciones para los puertos dedicados al servidor WEB y de base de datos.

El cometido de este equipo es el de actuar como servidor de base de datos para toda la red de telecontrol de la obra y como servidor Web y SMS para el acceso remoto a las aplicaciones de control.

El PC Servidor, configurado en una de sus funciones como Servidor VPN a través de la aplicación Open VPN, crea el túnel virtual, con el modem 3G/4G VPN de la Balsa, el cual es cliente de VPN.

3.3.59.6.2 *Sistema de Alimentación Ininterrumpida*

Al servidor del Centro de Control se instalará un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) de 3000Va/2400W, con las siguientes especificaciones:

- Tecnología On-line doble conversión

- Formato Torre
- Entrada
 - Tensión nominal 220/230/240V
 - Margen de tensión 100% de carga 176-300V
 - Margen de tensión 40% de carga 100-300V
 - Factor de potencia >0.99
 - Frecuencia 50/60Hz
 - Margen de frecuencia 10%
 - Protección de entrada Térmico rearmable
- Salida
 - Factor de potencia 0.9
 - Forma de onda Senoidal pura
 - Tensión nominal 220/230/240V
 - Precisión tensión 1%
 - Distorsión armónica total (THDv) <2%
 - Margen de sincronismo 10%
 - Precisión frecuencia modo batería 0.05Hz
 - Velocidad de sincronismo 1Hz/s
 - Rendimiento
 - On line >89% - 92%
 - Eco-mode >98%
 - Sobrecargas admisibles
 - Modo Online 105% constante/130% durante 60s/ 150% durante 10s
 - Modo Batería 105% constante/130% durante 10s / 150% durante 1s
 - Modo Bypass 130% constante / 180% durante 60s
 - Formatos de toma Schuko
 -
- Batería
 - Tipo de batería Pb-Ca selladas, AGM, sin mantenimiento
 - Protección Contra tensiones, subtensiones y componentes de corriente alterna
 - Test de batería Manual y/o automático programable
- Cargador
 - Tipo de carga I/U (Corriente constante / Tensión constante)
 - Tiempo de recarga 4 horas al 90%
- Comunicación
 - Interface USB HID
 - Slot para SNMP/relés Sí
 - Software de monitorización descargable Para familia Windows, Unix, Linux y Mac
- Modos funcionamiento
 - On-line doble conversión Sí
 - Eco-mode Sí

- Convertidor de frecuencia (CVCG) Sí
- Generales
 - Temperatura de trabajo 0-40°
 - Humedad relativa Hast 95%, sin condensar
 - Altitud de trabajo 2400 m.s.n.m
 - Nivel de ruido a 1m <49dB (100% carga) / <41dB (60% de carga)
- Normativa
 - Seguridad EN 62040-1:2008+A1:2013
 - Compatibilidad electromagnética EN 62040-2
 - Funcionamiento VFI según EN62040-3
 - Gestión de calidad y ambiental ISO-9001 e ISO-14001
- Potencia 3000

Proporcionará una protección de alto nivel al entorno informático del Centro de Control. Protege los equipos electrónicos más sensibles contra problemas del suministro eléctrico, incluyendo sobretensiones y subtensiones, picos, caídas de tensión prolongadas, y fallos de suministro eléctrico.

3.3.59.6.3 *Router Dual Gigabit VPN / Router industrial 3G/4G VPN*

Para la transmisión de información desde el Centro de Control hasta la Balsa se establecerá una red privada virtual (VPN), mediante un Router Dual Gigabit VPN. Deberá ofrecer un acceso altamente seguro, ya que presenta plataforma VPN con SSL y VPN de punto a punto.

En la Balsa, y para establecer el túnel VPN de comunicaciones se ha diseñado un Router industrial 3G/4G VPN.

En la sede de la Colectividad ya disponen de conexión a internet con router que será utilizado para estas funciones.

3.3.59.6.4 *Radiomodem GSM*

Se instalará un sistema para envío de alarmas a móviles mediante mensajes cortos SMS. Para ello se utiliza un modem GSM con antena y software configurado a tal efecto. Este modem GSM está conectado al SCADA del Centro de Control, y mediante la configuración por software previa, enviará las alarmas estimadas mediante SMS, a los números de teléfono indicados.

En la sede de la Colectividad ya disponen de un radiomodem que se podrá usar, siendo necesario actualizar el software.

3.3.59.6.5 *Impresora*

Se instalará una impresora en el Centro de Control para poder imprimir cualquier tipo de informe que se requiera para el mantenimiento y control del sistema.

La impresora instalada será una Láser (color) tamaño A4.

3.3.59.6.6 *Software control Scada*

Se diseñará una aplicación SCADA (conforme a la norma de interoperabilidad UNE 318002-3 «Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad») basada en arquitectura cliente-servidor para monitorizar y controlar todas las instalaciones. La aplicación dispone, entre otras, de las siguientes funciones:

- Incluye licencia/herramienta de desarrollo.
- Licencia Tags Ilimitados.
- Supervisión y control de todas las remotas de la instalación (mínimo de 300).
- Control de comunicaciones y alimentaciones de los sistemas instalados.
- Control de obras de toma en canal.
- Control de caudales en bombeos
- Control de cabezal de filtrado.
- Representación de curvas de tendencia.
- Regulación de la estación de bombeo, con arranque y parada y cambio de consignas de los variadores desde el Centro de control
- Maniobra directa e inmediata (apertura y cierre) sobre las válvulas motorizadas
- Visualización de los valores de los sensores de presión, nivel, etc.
- Visualización y reconocimiento de alarmas de estado.
- Licencia de desarrollo para poder ampliar el número de elementos en función de las necesidades de la CRR.
- Control de informes por usuario.
- Diseño de informes seleccionando variables del sistema de telecontrol.
- Diseño de informes basados en plantillas.
- Lanzamientos de informes en modo manual.
- Programación de generación de informes de forma automática.
- Supervisión y control de contadores y válvulas de hidrante.
- Posibilidad de representación gráfica de la zona completa de riego configurable, mediante Google Earth.
- Posibilidad de representación en los sectores de riego del esquema de la red hidráulica.
- Representación del estado de cada punto de riego.
- Suspensión de riegos automáticamente por lectura de pluviómetros o sensores de humedad.

- Riegos Inmediatos secuenciales temporizados.
- Configuración de turnos de riego, con cálculo estimativo de consumos por turno.
- Configuración de turnos de mensuales.
- Configuración de turnos de anuales.
- Maniobra directa e inmediata (apertura y cierre) sobre las válvulas de los hidrantes, mediante botones.
- Visualización de los valores de los sensores de presión, nivel, etc.
- Visualización de listado en ventana de consumos por hidrante.
- Representación gráfica histórica de variables analógicas (presión, nivel, etc.) totalmente configurable por el usuario mediante selección de señales, fijación de un periodo entre fechas...
- Gráfico de tendencias integrado en ventana principal de la aplicación.
- Gestión de alarmas configurable por el usuario (tanto las señales de alarma como sus umbrales).
- Configuración e impresión de informes e históricos, configurable por el usuario.
- Restricción de acceso mediante sistema de claves, configurable por el usuario.
- Generará archivos históricos con, como mínimo, los siguientes datos fechados en origen.
- Valor del contador asociado a la válvula en cada actuación.
- Alarmas, así como los eventos de reconocimiento y eventos de fin de alarma.
- Todo cambio en los valores de consigna.
- Generación y gestión de programaciones de riego (tiempo y/o dotaciones).
- Estado de fuente de suministro energético (pilas, baterías).
- Estado de sistemas de comunicaciones.
- La aplicación de control dispondrá de herramientas para el análisis de los datos históricos, generando los índices necesarios para evaluar el desarrollo en el tiempo del estado de los sistemas de alimentación y comunicaciones.
- El sistema permite la exportación de datos en un formato estandarizado para el traspaso de información a/desde aplicaciones de entorno de gestión (por ejemplo SQL, ODBC, etc.) y aplicaciones ofimáticas.
- En la aplicación de control dispondremos del nivel de señal actual de las comunicaciones. Se puede activar y desactivar funciones de la aplicación de control por menús.
- Programación horaria de riegos, con optimización de caudales.
- *Software* driver OPC para control de comunicaciones con las estaciones remotas de la red de baja.
- Monitorización de la instalación fotovoltaica tanto de la prevista en la Fase I para abastecer de energía a la nave y sus servicios auxiliares como la que se instalará en un futuro para abastecer a las bombas. Se recogerán datos de:

- La intensidad y tensión actual.
- La intensidad, la tensión y la potencia máximas registradas en el día en curso.
- La energía generada durante el día en curso y durante la campaña de riego en curso.
- Posibles incidencias (alarmas y eventos).

Bajo el entorno del SCADA están disponibles las siguientes aplicaciones:

- Aplicación de Gestión.- Es una aplicación para gestionar y controlar los datos de la Comunidad de Regantes y facturar consumos leídos por el sistema de telecontrol. Dispone de las siguientes funciones:
 - Gestión de Regantes y parcelas.
 - Asignación de unidades de riego.
 - Gestión de consumos y contabilidades de agua.
 - Facturación y generación de efectos bancarios.
 - Comunicación con aplicaciones contables, etc.
 - Módulo de GIS.
 - Módulo de mantenimiento.
- Aplicación Sistema WEB de Control.- Es una aplicación para monitorizar y controlar el sistema de riego por parte de los usuarios administradores. Por otro lado, los usuarios pueden consultar sus riegos a través de la interfaz web. La aplicación dispone de las siguientes funciones para el acceso remoto de usuarios a través de Internet utilizando un navegador WEB:
 - Programación horaria de unidades de riego.
 - Operaciones manuales sobre la toma.
 - Consulta de histórico de consumos.
 - Consulta de últimas facturaciones.
 - Consulta de histórico de dotaciones y aportaciones.
- Sistema de gestión de avisos SMS.- Existirá un modem GSM y aplicación para el envío de alarmas y consultas a través de la red móvil.

En lo referente a las **estaciones de bombeo** se tendrán que acometer las siguientes tareas:

- Programación del PLC toda la monitorización del funcionamiento de las bombas y del campo fotovoltaico.
- Programación del HMI: posibles ampliaciones de filtros, pantallas de control de bombas y pantallas de control del campo solar fotovoltaico.

El sistema de monitorización del campo fotovoltaico proporcionará información de las siguientes variables en tiempo real:

- Control de los dispositivos de la instalación fotovoltaica en tiempo real.
- Voltaje y corriente continua a la entrada del inversor.
- Voltaje entre fases en la red, potencia total de salida del variador.
- Potencia de salida del inversor.
- Potencia instantánea total.
- Históricos de energía producida, con resolución horaria, diaria, mensual, anual y total acumulada.
- Temperatura de módulo.
- Radiación solar.
- Porcentaje de cobertura de energía solar.
- Generación de alarmas.
- Generación y descarga de informes y gráficas interactivas.
- Variables del funcionamiento del centro de transformación.
- Actuación para evitar vertido a red unido al sistema antivertido.

El funcionamiento del sistema será el siguiente:

1. Cada inversor recibe la información procedente de cada uno de los *string* que tienen conectados aguas abajo.
2. Mediante cable de comunicaciones RS485 se llega hasta el *datalogger* ubicado en la estación de bombeo. El *datalogger* también recibe la información de las ondas de radiación y temperatura.
3. El *datalogger* se conectará con cable Ethernet a un router 3G/4G que enviará los datos a la nube del proveedor del sistema de gestión, los cuales podrán ser visualizados y explotados en el SCADA. A este router también se conectará el sistema de videovigilancia.

En cuanto a la regulación de las estaciones de bombeo se tienen que programar el funcionamiento de las bombas para el riego a la demanda: regulación de la estación de bombeo, con arranque y parada y cambio de consignas desde el Centro de control.

Con las lecturas del transductor de presión se mantendrá una presión de consigna de 60 mca, arrancando-parando las bombas y regulando su velocidad con los variadores de frecuencia que controlan cada uno de ellos. Se cubrirán todos los posibles puntos de funcionamiento.

En función de las lecturas de caudal del caudalímetro se podrá actuar remotamente modificando la consigna de presión fijada inicialmente. Se incluirán todos los parámetros de las bombas: intensidades, sondas de temperatura, voltaje, horas de funcionamiento (rotación automática de bombas para reparto de horas).

En todo momento se dispondrá del dato de consumo de energía, distinguiendo su procedencia: campo fotovoltaico y/o red eléctrica.

Se incluye un sistema de videovigilancia de las naves de bombeo y de los campos fotovoltaicos.

El sistema consta de tres módulos de ejecución en PC (instalados en el servidor), cada uno de ellos especializado en la realización de una tarea específica dentro del telecontrol:

- **Módulo de control:** es el responsable de reaccionar y responder a la información que recibe tanto de los diferentes elementos del sistema de riego como de las solicitudes y programación realizadas por los usuarios, proporcionando a la red hidráulica el estado en el que deben estar cada uno de sus elementos.

Sólo puede existir uno de estos módulos en todo el sistema de telecontrol.

- **Módulo de comunicaciones:** es el responsable de realizar la comunicación con los elementos intermedios instalados (concentradora/enrutador), obteniendo la información recogida por cada concentradora/enrutador para que pueda ser procesada por el módulo de control y enviando la información perteneciente a cada concentradora/enrutador según lo indicado por el módulo de control.

El sistema de telecontrol permitirá la utilización de más de uno de estos módulos siempre que estos sean instalados en diferentes ordenadores y que los ordenadores en los que se instale tengan acceso a la base de datos del sistema de telecontrol.

El módulo será versátil y abierto, de manera que no estará limitado a la comunicación únicamente a concentradoras/enrutadores, sino que permitirá también la inclusión de otros equipos, como pueden ser otros programadores de riego u otros PC.

El módulo de comunicaciones permitirá prácticamente cualquier tipo de comunicación existente: RS-232, RS-485, Ethernet, radiomodem, módem convencional, GSM, GPRS, etc., aparte de estar preparado para adaptarse a los nuevos avances tecnológicos que puedan aparecer.

- **Módulo de gestión:** es el encargado de la interfaz entre el sistema de telecontrol y los usuarios.

La información se presentará y se solicitará al usuario mediante ventanas y cuadros de diálogo que permitan el acceso a los datos deseados de forma rápida e intuitiva. Además, cada usuario podrá modificar la ventana principal de consulta para que siempre aparezca la información más relevante para él. Las principales características de este módulo son:

- Posibilidad de gestionar un número ilimitado de concentradoras, integrándolas todas como si fuese una sola.
- Posibilidad de gestionar otros equipos diferentes a las concentradoras.
- Distintas posibilidades de conexión: cable directo (RS-232, RS-485, Ethernet), módem (convencional o GSM), radiomodem, GPRS, etc.
- Importación de dibujos y planos para la monitorización de la comunidad, pudiéndose incorporar iconos para una mejor visualización.
- Consulta mediante sinópticos totalmente configurables por el usuario.
- Exportación a ficheros ASCII o similar de toda la información relativa a la configuración, programación o funcionamiento del sistema, tanto si son datos de facturación, como de consumos, como de registros de sensores, pudiéndose tratar posteriormente con hojas de cálculo o bases de datos.
- Listados con la planificación de riegos.
- Gráficos de sensores, entre ellos del consumo de los contadores de riego y también de la activación de las válvulas.
- Gestión de eventos y anomalías.
- Esquema hidráulico de la red de riego con todos los elementos visibles y acceso a su programación y configuración in situ.
- Posibilidad de conexión de un panel sinóptico externo.
- Limitar la disponibilidad de agua a previo pago.
- Avisos y aceptación de órdenes a través de SMS (mensajes de móvil).
- Diferentes tarifas según el momento en que se produzca el consumo de agua.

El sistema ofrecerá una gran adaptabilidad a la realidad topológica de la red a través de las múltiples opciones de programa y módulos de campo de que dispondrá, que lo convertirán en un sistema dinámico y versátil, además de permitir la personalización según las particulares necesidades de la comunidad.

El programa ofrecerá la monitorización completa de todos los elementos conectados al sistema y gestionará de forma integrada las concentradoras como los terminales remotos que se conectan directamente a él.

La programación del riego podrá ser secuencial, independiente, por demanda, por seguridad, etc. Estas distintas funciones se podrán visualizar en planos, en gráficas, imprimir su evolución o ser exportadas a otros programas.

A nivel de registro, permitirá tener permanentemente actualizada la base de datos en función de la periodicidad de comunicación con los elementos de campo, visualizarlos por individual o totalizados, exportarlos a otros programas, así como un largo etc. de posibilidades que se explicarán en el manual del equipo.

Las especificaciones generales para la aplicación de control son:

- Arquitectura servidor-cliente.
- Soportada en una base de datos SQL o similar donde se almacenarán los datos estáticos (redes hidráulicas, configuración de la aplicación, etc.) y todos los datos históricos que el sistema de telecontrol genere (medidas, eventos, alarmas, etc.).
- Permitirá órdenes discretas de riego.
- Generación de informes de datos históricos, datos actuales y alarmas.
- Enlace con el software de facturación propuesto por la comunidad de regantes (información, ficheros y comunicación compatibles entre ambos software)
- Permitirá ampliaciones hasta 5.000 puntos sin requerir nuevas licencias.
- Licencia permanente sin mochilas y con documentación de instalación.
- Generará archivos históricos con, como mínimo, los siguientes datos, fechados en origen:
 - Valor del contador asociado a la válvula en cada actuación.
 - Todas las alarmas, así como los eventos de reconocimiento y eventos de finalización de las mismas.
 - Todo cambio en los valores de consigna.
 - Estado de su/s fuente/s de suministro energético.
 - Estado de su/s sistema/s de comunicaciones.
- La aplicación de control dispondrá de herramientas para el análisis de los datos históricos, generando los índices necesarios para evaluar el desarrollo en el tiempo

del estado de los sistemas de alimentación y comunicaciones.

- El sistema permitirá la exportación de datos en un formato estandarizado para el traspaso de información a/desde aplicaciones de entorno de gestión (por ejemplo, SQL, ODBC, etc.) y aplicaciones ofimáticas.
- Existencia de indicación, en la aplicación de control, del nivel de señal actual de las comunicaciones.
- Posibilidad de activar y desactivar funciones de la aplicación de control según disposición.
- Posibilidad de cambiar parámetros de la red de baja desde el centro de control (según especificaciones de la comunidad de regantes)

La aplicación SCADA no podrá ser en ningún caso rígida pudiendo introducir, en todo momento, elementos nuevos. Sus características generales son las siguientes:

- Programación dirigida a objetos.
- Dispondrá de librerías específicas que permitan una integración rápida y eficiente.
- Modular, en cuanto permite seleccionar los módulos de software, licencias de equipos y librerías adecuadas para cada aplicación no teniendo que instalar y contratar todo en bloque.
- Dispondrá de drivers que soporten los protocolos más habituales.
- Sistema abierto a aplicaciones de terceros y software externo que permiten seleccionar libremente las herramientas del entorno de oficina.
- Entorno de trabajo abierto para interfaz con otras aplicaciones y sistemas.
- Interfaces abiertas para aplicaciones del entorno de gestión (SQL, ODBC, DDE).
- Abierto a bases de datos y software de terceros (software ofimático, etc.).
- Acceso versátil a móviles (web, SMS, GPRS).
- Navegación a través del sistema de forma fácil y amigable.
- Presentación de alarmas y secuencias de eventos temporizados.
- Filtrado flexible de alarmas y eventos por tiempo, prioridad y tipo.
- Soporte multiusuario, permitir varios usuarios con perfiles diferentes.
- Capacidad para ejecutar múltiples aplicaciones (varias aplicaciones SCADA o externas) de forma simultánea.
- Informes de las variables medidas y controladas, de tendencias y de alarmas.

- Escalable de tal forma que pueda adaptarse tanto a obras pequeñas en el que se instala todo el software en un único equipo como a obras de gran dimensión en el que se ha de distribuir en varios equipos.
- Sin necesidad de reiniciar el sistema para aplicar modificaciones generadas.
- Soporte para generación de gráficos y estudios de tendencias.
- Soporte multiusuario y múltiples niveles de permisos.
- Capacidad de filtrado configurable de la información presentada.
- Disponibilidad de módulo servidor web.
- Disponibilidad de servidor GSM/SMS/web.
- Que las modificaciones de la instalación puedan realizarse de forma simple y rápida sin personal especialmente cualificado.
- Interfaz con accesos directos a la información relevante para el sistema (alarmas, ayuda, menú principal, etc.).
- Posibilidad de configuración/modificación de las representaciones gráficas y los colores de los elementos y sus diferentes estados.
- Existencia de múltiples caminos para acceder a la información demandada.
- Representación esquemática del conjunto y los componentes de la instalación a varios niveles.
- Creación de agrupaciones de elementos para realizar sobre ellos operaciones masivas (programaciones de riegos, cambios de consignas/alarmas, clasificación o agrupación de alarmas por tipos, etc.).
- Sistema de respaldo configurable y automatizable.
- Sistema de respaldo incremental.
- Bases de datos independientes para datos estáticos e históricos.
- Enlace con software GIS.
- Funciones de ayuda al mantenimiento, tanto de elementos de control como hidráulicos.
- Textos en idioma castellano en toda la aplicación (incluido la ayuda).
- Posibilidad de configuración por usuario de variables de entorno local (unidades de medida).

El SCADA aportará posibilidad de multitarea, se ejecutará bajo un sistema operativo robusto, jerarquía funcional de las pantallas de información para una fácil visualización de la red, con

correspondencia total entre las pantallas de visualización que se incluyen y lo que representan.

El acceso a las diferentes pantallas será multinivel para facilitar considerablemente la utilización del sistema y de acceso restringido, dependiendo del usuario y de las funciones que desempeñe en cada caso. Mediante un conjunto de esquemas gráficos se representará toda la información procedente del sistema desde la más general, que permite una visión rápida de la información básica (comunicaciones, alarmas, etc.) hasta la más específica y detallada de cada uno de los elementos.

También se podrá acceder a cualquier esquema de forma aleatoria, bien si se conoce el nombre del mismo o bien buscándolo en el índice disponible.

El software ha de permitir la modificación de cualquier esquema, gráfico o informe que forme parte de la aplicación, por un usuario con el adecuado nivel de acceso y con unos mínimos conocimientos.

Las funciones del software SCADA son las siguientes:

- Pantalla principal de acceso a la red de hidrantes, basada en una fotografía aérea o un mapa de la zona donde se identifiquen intuitivamente todos los elementos de ambas redes.
- Reflejar en un conjunto de pantallas sinópticas los estados de cada una de las variables medidas en los elementos de control de la red de hidrantes.
- Generar ficheros históricos de alarmas, eventos e incidencias, junto con la fecha y la hora de su ocurrencia, que permitan reconstruir la evolución de averías.
- Estará configurado para adquirir, enviar y tratar tanto información como órdenes a todos los puntos de control y tomas individuales de las tomas de riego.
- Visualizar, cuando se le demande, el estado de cada uno de los hidrantes a controlar; apertura y cierre, lectura de contadores y caudales instantáneos, funcionamiento en automático o en manual, etc. Permitirá además actuaciones individualizadas para pruebas y chequeos.
- Realizar gráficos sobre parámetros del sistema, tanto en tiempo real como a partir de datos históricos almacenados, con posibilidad de seleccionar los parámetros que se desean visualizar y su periodo temporal.
- Acceso multinivel con claves.
- Enviar órdenes manuales directas de forma remota.
- Mostrar todas las alarmas actuales y el histórico de alarmas.
- Gestión de alarmas: contadores que no cuentan, solenoides que no responden ante

órdenes, fallos en las comunicaciones o en el suministro energético, etc.

- Errores de comunicación: Representa las tomas en función del número de errores de comunicación acumulados.
- Alarmas: Representa las tomas en función de si existen alarmas activas o no, y si han sido reconocidas.
- Presiones en red: Representa las tomas en función de la presión medida.

Para ello se persigue una jerarquía de presentación de pantallas totalmente intuitiva y fácil de manejar por el personal de la comunidad de regantes. Las estructuras de presentación y navegación por las distintas pantallas que conforman la aplicación deberán incluir los siguientes aspectos.

Entrada al sistema

De acuerdo con la configuración del sistema, el usuario podrá acceder a las páginas y datos del sistema SCADA. Y una vez introducido en uno de los sistemas tendrá definido un nivel de autorización que permita acceder a una serie de funciones o a una parte de los datos.

Por defecto se fijará el login como un mnemónico del nombre del sistema tipo y con una palabra clave (password) a definir por el cliente. Este login tendrá nivel sistema operativo tipo usuario. Una vez efectuado el login del sistema SCADA se abrirá automáticamente una ventana SCADA.

Dicha ventana solicitará la introducción de un usuario y una palabra clave para el acceso al programa.

Niveles de autorización

El acceso al sistema requiere la identificación del usuario y el uso de una palabra clave. Cada usuario está asociado a un subsistema, un conjunto de datos y un nivel de autorización y tiene una única palabra clave. Los diferentes niveles de autorización son:

- Visualización (0): Permite visualizar la aplicación, pero no ejecutar acciones de control ni programación y configuración. Es un nivel no operativo que únicamente permite recorrer los unifilares para su observación. Puede cambiar su palabra clave.
- Operación (1): Puede operar y controlar el proceso, pero no acceder a las herramientas de configuración e ingeniería. Es un nivel asignado a los operadores del sistema.
- Ingeniería (2): Permite acceder al sistema por completo, exceptuando la gestión de usuarios y la asignación de niveles de autorización.
- Administrador (3): Este nivel de autoridad permite acceder a todas las funciones del sistema y debe pertenecer a una sola persona. El responsable del sistema es el único

usuario con la facultad para gestionar las altas y bajas de usuarios. El fabricante del sistema de telecontrol será el responsable de este nivel hasta el momento en que el cliente decida tomar el control sobre él, y en cualquier caso una vez finalizado el período de garantía.

Se entiende que un usuario de un determinado nivel puede realizar todas las funciones de los usuarios de nivel inferior además de las suyas propias, es decir, que por ejemplo el administrador tiene acceso a todos los niveles, salvo que en la descripción del nivel se indique lo contrario.

Navegación

El sistema se basará en el uso de ventanas. El acceso a cada ventana se realizará de acuerdo a los permisos que posea el usuario, registrando todos los accesos que se hayan producido con el nombre de usuario y las operaciones realizadas. Todas las operaciones sobre dispositivos quedarán registradas en la lista de eventos.

Descripción de pantallas típicas

La interfaz hombre-máquina se basa en el uso de pantallas interactivas que permiten al operador conocer el estado del sistema, así como del proceso. Existe asimismo otro tipo de pantallas que incluye las destinadas a cambios de configuración, manejo de la base de datos y mantenimiento del sistema.

Cada página está constituida por una parte estática y otra dinámica gestionada por un programa en lenguaje de alto nivel. Además, disponen de botones funcionales utilizados para ejecutar acciones del operador (cambio de páginas, operaciones sobre dispositivos, etc.) y de ventanas para la representación de valores de medida, estados de los dispositivos, símbolos, mensajes al operador, etc.

Todas las páginas de la aplicación destinadas a operación del proceso tienen en común las siguientes características:

- Un título descriptivo.
- Fecha y hora.
- Una indicación de alarma que aparecerá cuando existan alarmas activas.
- Una línea de alarmas donde se muestra la última alarma activa en el sistema. Desde esta misma línea se puede acceder al elemento en alarma.

Las barras de herramientas constarán de los siguientes elementos:

- **Combos de navegación:** Permiten ir directamente a la pantalla de cualquier unidad de riego.
- **Pantalla general:** Muestra directamente la pantalla general del SCADA con la ortofoto de toda la comunidad de regantes.
- **Selección de vista:** Superpone a la ortofoto la distribución de la red de tuberías.
- **Vigilante SMS:** Abre la aplicación «Vigilante SMS», que permite el envío de mensajes a móviles cuando se produce una alarma en el sistema.
- **Búsqueda por regante:** Permite localizar todas las parcelas pertenecientes a un comunero, navegando directamente hacia cualquiera de ellas
- **Generador de informes:** Abre la aplicación «Generador de Informes», que permite visualizar y exportar datos históricos de las medidas tomadas en campo
- **Pantalla de comunicaciones:** Muestra la distribución geográfica de los distintos concentradores y el estado de las comunicaciones con los mismos.
- **Control de usuarios:** Permite crear, eliminar o modificar los permisos de los usuarios del SCADA.
- **Botón de Atrás:** Muestra la pantalla del nivel inmediatamente superior al actual.
- **Lista de Alarmas:** Muestra la pantalla de alarmas
- **Lista de Eventos:** Muestra la pantalla de eventos
- **Salir:** Cierra la aplicación del SCADA.

Los objetos dinámicos se presentan de acuerdo a una librería de símbolos y colores, incluyendo el comportamiento de dicha presentación, para señalar el cambio de estado.

Las vistas de las que consta la aplicación son las siguientes:

- **Presentación inicial de la comunidad de regantes.**
- **Vista general topográfica de la totalidad de la comunidad de regantes.**
- **Vista general de cada sector.**
- **Vista general del polígono.**
- **Vista detallada de una unidad de riego.**
- **Vista topográfica de sectores.**

En la vista general de la totalidad de regantes se mostrará la siguiente información:

- **Volumen distribuido total:** Suma total actual de la campaña de riego.

- Volumen distribuido diario: Suma total diaria.
- Número de regantes: Total de regantes de la comunidad.
- Superficie total.
- Superficie cultivada.
- Lectura del volumen de las balsas (si las hubiera)
- Caudales y presiones tanto de las estaciones de bombeo como de los puntos de control e hidrantes

La información citada anteriormente deberá estar disponible en la base de datos de la comunidad de regantes. Se mostrará un icono por sector que indicará la existencia de alguna alarma asociada.

Los menús desplegables para el acceso directo a parcelas tendrán la siguiente nomenclatura:

- Red de riego– Unidad de Riego.

El menú desplegable para la selección de las distintas capas tendrá la siguiente nomenclatura:

- Parcelario.
- Red de riego.

Vista general de cada red de riego

Una vez seleccionado desde la vista general, la red de riego correspondiente se representará en toda su extensión de riego con su ortofoto asociada y las divisiones de las parcelas que la integren. Igualmente se mostrará la siguiente información:

- Volumen distribuido total de la red: Suma total actual de la campaña de riego.
- Volumen distribuido diario de la red: Suma total diaria.
- Número de regantes: Total de regantes de la red.
- Superficie total de la red.
- Superficie cultivada de la red.
- N. ° de válvulas abiertas
- N. ° de válvulas cerradas

- N.º de válvulas programadas
- N.º de programas de riego en ejecución/no ejecución
- N.º de válvulas o hidrantes en mantenimiento

La información citada anteriormente deberá estar disponible en la base de datos de la comunidad de regantes. Se mostrará un símbolo que indicará la existencia de alguna alarma asociada a esa red.

Vista detallada de una unidad de riego

En esta pantalla se muestran cada una de las parcelas asociadas a la unidad de riego seleccionada en la vista parcial del polígono. Igualmente se mostrará la siguiente información:

- Representación gráfica de la toma.
- Volumen distribuido total por cada unidad de riego: Suma total actual de la unidad de riego.
- Volumen distribuido diario por cada unidad de riego: Suma total diaria de la unidad de riego.
- Número de regantes: Total de regantes de la unidad de riego.
- Superficie total de la unidad de riego.
- Superficie cultivada de la unidad de riego.
- La información citada anteriormente deberá estar disponible en la base de datos de la comunidad de regantes.

Se mostrará en ventanas superpuestas la información de cada toma indicando:

- Cuadro de información de la toma:
- Estado de la válvula: abierta o cerrada.
- Estado de la toma: manual o automático
- Contador total: contador de volumen de agua total.
- Volumen y caudal instantáneo
- N.º de contador.
- Número de socio.
- Icono representativo del estado de la válvula: abierto, en color verde; cerrada, en color

gris; y en fallo, en color rojo. Estos colores son orientativos y no es necesario que sean exactamente los indicados en este Pliego.

Asimismo, desde esta vista se dispondrá de acceso a través de una ventana con distintas pestañas a las siguientes plantillas de datos que proporcionarán información detallada de cada toma.

Ventana «Datos regante»

Contendrá la información relativa a:

- Nombre del regante.
- Apellidos del regante
- Número de socio
- Otras parcelas de que dispone
- Red a la que pertenece la parcela
- Remota a la que pertenece la parcela
- Unidad de riego
- Número de parcela
- Volumen mensual consumido
- Volumen diario
- Caudal instantáneo

Ventana «Estado hidrante»

Contendrá la información relativa a:

- Estado manual/automático.
- Selección manual/automático.
- Estado válvula abierto/cerrado
- Orden manual de abrir/cerrar
- Caudal por válvula
- Alarmas

Ventana «Estado remota de control hidrante»

Contendrá la información relativa a:

- Nivel de cobertura
- Valor de la tensión de batería.
- Alarmas y eventos generados

Ventana «Componentes hidrante»

Contendrá la información relativa a:

- Tipo de válvula
- Número serie válvula
- Tipo de contador
- Número de serie contador
- Fecha instalación
- Fecha última revisión
- Diámetros tubería
- Relación de litros/pulsos

Ventana «Configuración alarmas»

Contendrá la información relativa a:

- Configuración alarmas por caudal (muy alto, alto, bajo, muy bajo)
- Configuración alarmas de presión (muy alta, alta, baja, muy baja)

Listado de alarma

La lista de alarmas informará al operador de todas las señales que presentan alguno de los siguientes estados:

- Señal con alarma activa y no reconocida
- Señal con alarma activa y reconocida

Una vez que la alarma pase a estar inactiva desaparecerá de la lista de alarmas activas y quedará reflejada en el histórico de alarmas. El reconocimiento de una alarma por parte del operador significará que ha sido atendida. Las alarmas se presentarán en una lista cronológica cuyo

tamaño se definirá en la fase de configuración del sistema.

El propósito de la lista de alarmas será el de proporcionar al usuario la información sobre todas las alarmas registradas por el sistema. Las alarmas se presentarán mostrando una línea de texto que describa la misma. El texto de la alarma estará formado como mínimo por: una marca de tiempo (fecha y hora con precisión de segundos); una identificación del objeto, que incluya su localización; y un texto descriptivo.

La lista de alarmas informa al operador de todas las señales que presentan alguno de los siguientes estados:

- Nivel crítico de tensión de batería
- Válvula abierta con ausencia de pulsos
- Válvula cerrada y lectura de pulsos
- Nivel de cobertura bajo
- Fallo de comunicación

Listado de eventos

Se considera evento todo suceso registrado por el sistema o por acción del operador. Esta definición depende de la configuración realizada durante la fase de ingeniería de datos, en la que se pueden definir por tipos o clases los distintos comportamientos del sistema de eventos que requiera el cliente.

Dependiendo de la configuración durante la fase de ingeniería de datos, los siguientes cambios asociados a un objeto pueden generar o no un evento:

- Cambia el valor/estado del objeto
- Entra en estado de alarma
- Sale del estado de alarma
- Cambia el estado de alarma o de aviso

Los eventos se presentan en listas cronológicas, cuyo tamaño se define en la fase de configuración del sistema. El propósito de la lista de eventos es proporcionar al usuario la información sobre los eventos ocurridos en el sistema. Los eventos se presentan mostrando una línea de texto que describe la causa del evento. El texto del evento está formado por: una marca de tiempo (fecha y hora con precisión de segundos); una identificación del objeto, que incluye su localización; y un texto descriptivo.

Riego a la demanda

Los riegos que se activan por demanda, lo hacen en función de variables externas como son sensores ambientales, peticiones de riego, horarios, etc. Son situaciones no programadas inicialmente pero que debido a la situación hídrica de la parcela hacen necesaria la activación del riego. Se podrá hacer un riego a la demanda:

- Por sensores digitales y/o analógicos
- Por orden mediante mensaje de texto (SMS)
- Por interruptor manual
- Por activación desde el módulo de gestión
- Por horarios

La finalización del riego a la demanda no será por unidades consumidas, sino que depende tanto de los sensores digitales y/o analógicos como de los parámetros horarios que se hayan definido (horario de disponibilidad de agua) y como del deseo del propio usuario de la parcela (paro por SMS, por interruptor o desde el módulo de gestión).

Mediante este tipo de programación es posible limitar la disponibilidad de agua para todos y cada uno de los sectores, permitiendo al usuario hacer uso de este agua o no según su deseo o necesidad.

Riego por unidades consumidas de sectores o válvulas

Este tipo de riego permite enlazar sectores haciendo turnos de riego en los que cada uno tendrá su horario, su tiempo o volumen asignado, etc.

Cada programa podrá tener su propia secuencia de riego y se podrán enlazar entre sí los programas.

Se podrá trabajar también por caudal, así como realizar el riego turnado. Posibilidad de condicionar el riego, de tal forma que se pueda parar el aporte de agua a cualquiera de las válvulas de la secuencia mediante un mensaje SMS.

Para el riego por secuencia se podrá utilizar:

- Programas de secuencia
- Programas por hidrante y modificación de valores por grupos de sectores
- Horas de inicio (pudiendo encadenar programas)

- Días de la semana o frecuencia de días
- Horario activo del día
- Activaciones diarias o por frecuencia
- Programación por hidrante
- Diferentes agrupaciones de sectores
- Condicionantes para modificar, iniciar o detener el riego

Tendencias

Las ventanas de tendencia se emplean para mostrar valores de medidas en formato de curva. Una tendencia es un seguimiento temporal de los datos de un proceso. El formato gráfico se representa mediante un sistema de coordenadas bidimensionales consistentes en un eje X temporal y un eje Y de datos. Las características de la representación gráfica son las siguientes:

- Eje X de tiempo escalado parametrizable.
- Eje Y de datos escalado en función del tipo de valor a mostrar.
- Posibilidad de representación de varias curvas en una misma gráfica.

El acceso a estas tendencias se podrá realizar tanto desde cada elemento de control como desde el módulo de informes.

Archivos históricos e informes de medidas

Los valores históricos almacenados en la base de datos pueden presentarse en informes. La herramienta de informes permitirá visualizar la información de una medida o un grupo de medidas de forma gráfica y numérica.

Los informes de medidas son tablas donde se presenta la evolución de medidas a lo largo de períodos de tiempo definidos. Todos los datos de los informes son valores almacenados en la base de datos, bien calculados o bien almacenados en tiempo real.

Los informes de medidas pueden representarse en forma de columnas o curvas. La recogida y cálculos de los datos históricos se realizan por intervalos configurables de tiempo.

Informes

El sistema dispondrá de un generador de informes que permita de forma fácil e intuitiva; hacer una selección de datos por unidad de riego o propietario, sector, elemento/objeto; seleccionar las fechas entre las que se solicita el informe; fijar la resolución de los datos (horario o diario);

elegir el tipo de dato a incluir (presión/ volumen/ caudal); el tipo de informe (tabla/ gráfico 2d) y el formato (texto/ hojas de cálculo y archivos de software ofimático).

Contadores horarios

Como se ha explicado anteriormente, y se describe en la remota de control de hidrantes, los contadores horarios son un evento más de la remota, pudiendo activarse o no y obligando o no a realizar comunicaciones.

Información de las tomas individuales

La información presentada, relacionada con una única toma individual seleccionada, será:

- Estado de la válvula: puede ser ABIERTA o CERRADA o en alguno de los estados de alarmas (válvula abierta sin paso de agua, válvula cerrada con paso de agua, etc.) de acuerdo con su estado actual.
- Modo de funcionamiento: puede ser MANUAL o AUTOMÁTICO.
- Contador total: contador de volumen de agua total.
- Caudal instantáneo: medirá el caudal instantáneo presente en la boca de riego.
- Alarmas activas: muestra el número de alarmas activas para este hidrante. Si existe alguna, se muestra en la zona inmediatamente inferior.

Se podrá establecer, siempre desde el centro de control, el modo de funcionamiento de los hidrantes seleccionados:

- Modo automático: los hidrantes quedan configurados para ejecutar los turnos de riego programados por el usuario, no pudiendo modificar directamente al estado actual de las válvulas.
- Modo manual: el estado opuesto al anterior. El usuario puede actuar sobre las válvulas en tiempo real, pudiendo abrirlas o cerrarlas. En este modo manual el funcionamiento del elemento de control será el habitual, sin presentar excesos de consumo, de tal forma que el sistema de alimentación propuesto cumpla con las especificaciones del presente proyecto.

NOTA: el modo manual, no debería de ser el estado habitual de la remota, y sólo debería de activarse para casos concretos y/o labores de mantenimiento y control de las unidades de riego.

Gráficos de control

El subsistema de gráficos de control permitirá la generación y visualización de pantallas en las

que representar los elementos fijos y variables de la aplicación.

Las funciones más importantes de este subsistema son:

- Permitirá importar gráficos en formatos diversos de uso común (AutoCAD, bmp, jpg, etc.)
- Los gráficos serán escalables, esto es, que al presentarse en pantallas de distintas resoluciones podrá visualizarse toda la información disponible sin necesidad de barras de scroll.
- Los elementos básicos relacionados con el estado de señales y que se empleen en la construcción de las distintas pantallas permitirán:
 - Entradas y salidas de texto
 - Representación de símbolos en función de estados de señales
 - Botones de control
 - Barras de nivel
 - Cambios de color y posición de objetos
- Dispondrá de distintos niveles de acceso que permitan visualización o control de áreas en función del usuario presentado.
- Los gráficos de tendencia presentados podrán referirse a valores de tiempo real o bien a valores almacenados en el registro histórico.
- Cualquiera de las pantallas se podrá visualizar con efecto zoom.

Gestor de alarmas

El sistema integrará un gestor de alarmas que represente en pantalla aquellos eventos configurados previamente por el usuario como suficientemente críticos para requerir una atención inmediata. La funcionalidad básica que cumplirá será:

- Registro en pantalla e impresora
- Cada línea de alarma presentará:
 - Fecha y hora de aparición de la alarma
 - Identificación de equipo o señal
 - Área en la que se encuentra
 - Descripción de la señal
 - Descripción del evento

- Presentación del estado de la alarma mediante un código de colores, contemplando las siguientes posibilidades:
 - Alarma de nueva aparición sin reconocer por el operador
 - Alarma reconocida por el operador
 - Alarma que se activa y se desactiva sin reconocimiento del operador
- Se dispondrá de un mínimo de tres niveles de prioridad de alarmas.
- Será posible ordenar las alarmas por:
 - Fecha de aparición
 - Área a la que pertenece la señal
 - Prioridad
- La configuración de alarmas podrá realizarse on-line; es decir, sin necesidad de detener la operación del sistema podrán modificarse prioridades, límites de alarma, y grupo o área.
- Siempre que esté presente una alarma nueva y no reconocida por el operador, el sistema podrá emitir un aviso acústico.
- Incluirá alarmas a móviles
- Aparecerá el nivel del sistema de alimentación
- Programación sencilla en los elementos de control

Se conocerán en todo momento las parcelas que deberían haber regado y no ha habido consumo, indicándose por medio de una alarma. El sistema de telecontrol detectará y emitirá alarmas ante los excesos y defectos de consumos en base al cálculo de consumo normal estimado de la parcela y caudal nominal.

Se implementará un sistema de antirrobo y antivandalismo para la detección de la desconexión de la antena o panel solar (en caso de instalarse).

➤ **APLICACIÓN BASE DE DATOS.**

Para el almacenaje y la gestión de datos del sistema se empleará un servidor de base de datos compatible SQL que se ejecutará en el servidor central. En dicho servidor existirán dos bases de datos: una destinada a almacenar los datos históricos provenientes de campo; y otra destinada a la definición y configuración interna del sistema.

Se dotará a dicho servidor de conectividad con las bases de datos del sistema de facturación de la comunidad de regantes.

Funcionalidad de la Base de Datos de Sistema

Control de acceso: existirán los mecanismos necesarios para la creación, eliminación o modificación de los usuarios del sistema SCADA. A cada usuario se le podrán otorgar una serie de privilegios, según su asignación a uno de los roles predefinidos en el sistema (sólo lectura, operador, administrador, etc.). Cada usuario tendrá una contraseña única que podrá ser modificada por él mismo o por un usuario del rol administrador.

Almacén del parcelario de la comunidad de regantes: existirán las tablas necesarias para permitir almacenar lo siguiente:

- Información acerca de cada una de las parcelas incluidas en el sistema (entendiendo por ello las parcelas que van a recibir suministro de agua a través de la red hidráulica. Dicha información incluirá la localización de la parcela en la red hidráulica, superficie total de la parcela, superficie cultivada de la misma, identificación del contador asociado e identificación del titular de dicha parcela a efectos de la comunidad de regantes.
- Información acerca de cada uno de los contadores instalados, incluyendo su identificador (por ejemplo número de serie), su marca y modelo, su diámetro y su relación de caudal, así como un histórico de incidencias asociadas a cada contador (revisiones, reparaciones, cambios de localización, etc.).
- Información acerca de cada uno de los socios de la comunidad de regantes, incluyendo su nombre y apellidos y DNI.

Se dotará a la base de datos de sistema de los mecanismos necesarios para automatizar y facilitar el acceso del SCADA a esta información.

Configuración de la navegación: existirán catálogos conteniendo información acerca de todos los posibles objetos visuales (carteles, imágenes, diálogos) que puedan existir en el sistema, para facilitar la escalabilidad y la modificación del aspecto visual del sistema.

Existirán también tablas que almacenarán la información necesaria para permitir la generación y navegación por las pantallas existentes en el SCADA, así como los objetos visuales concretos que contiene cada una de ellas.

Funcionalidad de la Base de Datos de Históricos

- Recogida de históricos: se almacenarán datos históricos de las medidas de volumen y presión de cada parcela recogidas en campo. Dichos datos tendrán una cadencia horaria, para su futura visualización. Se implementarán los mecanismos necesarios para que dichos históricos sean accesibles por el sistema de facturación de la

comunidad de regantes de manera fácil y cómoda.

- Recogida de alarmas y eventos: se almacenarán todas las alarmas y eventos producidos por las unidades remotas para su futura visualización.
- Programación automática de riegos: se proporcionarán las estructuras y mecanismos necesarios para facilitar la creación, modificación y cancelación de los programas de riego automático. Se almacenarán hasta n programas activos para cada día de la semana. El cambio de los datos en estas estructuras conllevará la actualización pertinente en el mapa de memoria almacenado en la base de datos de Sistema y su posterior envío a las unidades remotas.

Los programas de riego podrán tener un periodo de vigencia, de manera que se activarán y desactivarán en el día y mes indicado en el momento de creación del programa, siendo este proceso de carácter anual. Esto permitirá, por ejemplo, programar en enero turnos de riego diferentes para cada mes del año.

Interacción entre bases de datos

Incorporación inicial de los datos de la comunidad de regantes a la base de datos: existirá un proceso automático que transformará e incorporará los datos de socios y del parcelario proporcionados por la comunidad (bien en forma de base de datos, bien en formato de hoja de cálculo de software ofimático) a las bases de datos del sistema, obteniendo de manera rápida una configuración inicial del sistema. Este proceso podrá ser utilizado como parte de un proceso de actualización masiva del censo de la comunidad, en caso de ser necesario.

Comunicación con las bases de datos de facturación: las bases de datos del sistema SCADA permitirán al sistema de facturación de la comunidad el acceso a tantos datos como sean necesarios para la realización de facturas.

Optimización: la optimización (procesos de optimización de índices, reducción del espacio en disco, chequeo de la integridad de los datos y ajuste del espacio libre en las páginas lógicas tanto de índices como de datos) de todas las bases de datos del SCADA se ejecutarán diariamente, en horario de mínima carga de trabajo.

Backup: el sistema permitirá la realización de copias de respaldo periódicas de las bases de datos, a razón de un backup completo semanal y un backup a diario, tras la realización del proceso de optimización descrito en el punto anterior. Dichas copias de seguridad se guardarán en una máquina distinta al servidor SQL. Esto permitirá, en caso de desastre (rotura del disco duro, picos de tensión, etc.), recuperar el estado del sistema con unas pérdidas de datos mínimas.

Recogida de históricos

Se almacenarán datos históricos de las medidas de volumen y presión de cada contador recogidos en campo. Se implementarán los mecanismos necesarios para que dichos históricos sean accesibles por el sistema de facturación de la comunidad de regantes de manera fácil y cómoda.

Recogida de alarmas y eventos

Se almacenarán todas las alarmas y eventos producidos por los elementos de control para su futura visualización.

Programación automática de riegos

Se proporcionarán las estructuras y mecanismos necesarios para facilitar la creación, modificación y cancelación de los programas de riego automático. El cambio de los datos en estas estructuras conllevará la actualización pertinente en el mapa de memoria almacenado en la base de datos de sistema y su posterior envío a los elementos de control.

Los programas de riego podrán tener un periodo de vigencia, de manera que se activarán y desactivarán en el día y mes indicado en el momento de creación del programa, siendo este proceso de carácter parametrizable.

Adquisición y monitorización de datos de estaciones meteorológicas instaladas

La estimación de las necesidades de agua de los cultivos precisa de una información meteorológica de calidad y que abarque la mayor parte de la superficie regada.

Esta información se obtendrá de las estaciones meteorológicas automáticas cuyas coordenadas geométricas se especificarán.

El sistema de telecontrol será capaz de recopilar la información de estaciones meteorológicas instaladas en la comunidad de regantes. Para ello, el SCADA enlazará con la base de datos o los ficheros proporcionados por las estaciones meteorológicas para interpretarlos y monitorizarlos.

Los datos mínimos suministrados por la estación meteorológica serán:

- Tm: Temperatura media
- TMA: Temperatura máxima absoluta
- Tma: Temperatura mínima absoluta
- Hr: Humedad relativa

- Hrmax: Humedad relativa máxima
- Hrmin: Humedad relativa mínima
- RS: Radiación global acumulada
- Vm: Velocidad media del viento
- VMA: Racha máxima del viento
- HS: Horas de sol
- P: Precipitación
- ETo: Evapotranspiración de referencia

➤ DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL ACCESO A WEB

La aplicación web deberá desarrollarse y proporcionar el control por sector de los diferentes elementos de la comunidad de regantes.

Para agilizar las fases de elaboración de los planes de riego y permitir una completa información en remoto a regantes y personal de la comunidad, se propone un sistema dedicado y desatendido que pueda ser accesible desde Internet por cualquier medio.

Para ello se diseñará un portal de acceso pensado para ser accedido principalmente por ordenadores o agendas digitales (PDA) con acceso a Internet. Desde todos estos sistemas se podrá acceder también al portal de acceso para móviles, comentado posteriormente.

Esta aplicación debe permitir al usuario acceder y modificar diferentes parámetros relativos al estado de las válvulas, contadores de riegos, programas semanales, etc. de los diferentes hidrantes sobre los que cada regante en particular tenga permisos de acceso.

A este respecto, existirán varios niveles de acceso a los hidrantes, resumidos en:

- Permisos de lectura: Permite visionar la configuración y estado actuales de sus hidrantes, pero sin poder modificar ninguno de ellos.
- Permisos de escritura: Permite modificar los parámetros de sus hidrantes, pero no ver su estado actual.
- Sin permisos: todos aquellos hidrantes no accesibles por el usuario. No se mostrarán en la aplicación, que únicamente presentará los hidrantes sobre los que el usuario tiene alguno de los dos permisos anteriores.
- Permisos completos: concede al usuario un control total sobre estos hidrantes.

Estos niveles de acceso estarán establecidos a priori por el administrador de la comunidad de

regantes, de manera que un usuario particular no podrá modificar estos permisos. Si el usuario intenta realizar alguna acción no permitida sobre un hidrante, el sistema le avisará de ello mediante un mensaje de error, no permitiéndole en ningún caso el acceso a cualquier recurso restringido.

En esta aplicación el usuario puede tomar un subconjunto de todos los hidrantes sobre los que tiene acceso y con esta selección procederá a realizar todas las acciones que desee, de acuerdo con los permisos de acceso que tenga. Asimismo, dentro de este conjunto de hidrantes seleccionados, se escogerá un único hidrante activo del que podrá extraerse información con un mayor nivel de detalle.

Esto quiere decir que las órdenes que ejecute se efectuarán sobre todos los hidrantes seleccionados por igual. Si por el contrario el usuario elige un único hidrante o actúa sobre el hidrante activo, las órdenes solo afectarán a este.

Todos los hidrantes tienen un nombre, asignado bien por el administrador de la comunidad de regantes o por aquellos usuarios que dispongan de permisos de escritura sobre cada hidrante en concreto. Este nombre le sirve al usuario para identificar las bocas de riego sobre las que tiene acceso, a fin de facilitarle su reconocimiento y localización, y es independiente del nombre usado en el SCADA y sus bases de datos, si el usuario tiene los permisos necesarios para modificar este nombre.

La aplicación dispondrá de al menos las siguientes utilidades y pantallas asociadas:

- Sistema de seguridad de acceso basado en la identificación del usuario mediante nombre y contraseña, de forma que solo usuarios registrados podrán tener acceso a la misma
- Selección de conjunto de hidrantes asociado al regante
- Información de hidrantes (estado, alarmas, programas de riego activos, etc.)
- Cambio a modo manual y órdenes manuales de apertura y cierre
- Cambio a modo automático, con inhibición de órdenes manuales y activación de programas de riego.
- Programación de turnos de riego (al menos n al día y durante n semanas). Con programación por tiempos, por volúmenes o mixta.
- Programación avanzada, que permita copiar una programación definida para el conjunto de hidrantes propios del regante.
- Información de facturación asociada a elementos de la red correspondientes al usuario en cuestión.

- Visualización GIS de las parcelas asociadas.

➤ DESCRIPCIÓN FUNCIONAL ENVÍO MENSAJES SMS

El envío de alarmas vía SMS se realizará en 2 niveles:

- Nivel 1: Mensajes a móviles de personal de mantenimiento. La comunidad de regantes fijará de todas las alarmas posibles, aquellas que en caso de producirse activen el envío de un mensaje previamente definido a un mínimo de n teléfonos que obrarán en poder del equipo de mantenimiento de la comunidad de regantes que en ese momento se encuentre de guardia.

El sistema permitirá ser configurable sobre la base de:

- Seleccionar las diferentes alarmas.
 - Modificar los textos de alarma para enviar.
 - Modificar los números de teléfonos a los que enviar el mensaje.
- Nivel 2: Mensajes a móviles de propietarios de parcela. La comunidad de regantes fijará hasta un máximo de n posibles alarmas con su texto asociados para que, en caso de producirse, el mensaje sea enviado al teléfono del propietario de la parcela en la que se ha producido el registro de dicha alarma, así como que a petición del propietario mediante el envío por parte del mismo de un mensaje SMS el sistema devuelva el valor actual del contador que tenga el sistema en ese preciso momento y la fecha. El sistema por tanto deberá disponer de una base de datos conteniendo los números de teléfono de todos los regantes.

El sistema permitirá ser configurable en base a:

- Seleccionar un máximo de n posibles alarmas comunes para todos los regantes.
- Modificar los textos de las n alarmas.
- Modificar los números de teléfono de todos los regantes.

La comunidad de regantes introducirá los números de los teléfonos móviles de los regantes conforme estos sean entregados.

➤ APLICACIÓN DE GESTIÓN

Las funciones específicas de la aplicación de gestión del centro de control son las siguientes:

Gestión de dotaciones y contabilidad del agua

La aplicación informática de gestión permitirá realizar sucesivos repartos de dotación de agua con carácter mensual o anual, y por cada origen de abastecimiento, en función de la superficie o los derechos de riego asignados a cada hidrante. A su vez, el módulo contabiliza por cada hidrante todas las transacciones de agua realizadas: reparto de dotaciones, consumos mensuales, excesos, aportaciones particulares desde pozos, etc. El sistema permitirá la administración de conceptos distinguiendo entre propietarios y explotadores o inquilinos de dichos hidrantes. Se generarán históricos de consumo de los últimos n días, últimas n semanas y últimos n meses. Se podrán ejecutar asientos de apertura y de cierre de año hidrológico, etc.

Aplicación de diferentes tarifas de cobro

La aplicación informática de gestión permitirá definir diferentes tarifas en función del agua consumida, del origen de abastecimiento, del tamaño de la toma, horario y tipo de gestión de riego. El número de las diferentes tarifas a definir será sin limitación.

Facturación

La aplicación de gestión permitirá:

- Facturación automática basada en lectura de contadores o contabilización de albaranes de suministros por horas de riego
- Facturación manual de cualquier concepto de cargo y de abono
- Aplicación de tarifas especiales en caso de superación de dotación
- Generación de derramas por unidad de superficie o por hidrante
- Aplicación de umbrales de facturación por volumen consumido
- Personalización de formato de factura por el usuario mediante aplicación estándar. Aplicación de diferentes tarifas de cobro. La aplicación informática de gestión permitirá definir diferentes tarifas en función del agua consumida, del origen de abastecimiento, del tamaño de la toma, horario y tipo de gestión del riego.
- Comunicación con otros programas contables: Generación de ficheros de intercambio con Contaplus y/o otros estándares. Base de datos SQL o similar, con publicación de las tablas utilizadas.
- Aplicación de generación de informes automáticos definidos por el usuario: El software de control y gestión dispondrá de una utilidad de generación de informes en formato de hoja de cálculo definidos por el usuario. Para un determinado informe se

podrán definir las variables a representar, la cantidad de datos a extraer, el intervalo de tiempo entre esos datos, las operaciones matemáticas a aplicarles, la plantilla a utilizar, la frecuencia de generación automática y el lugar de almacenamiento de dichos informes.

➤ **APLICACIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS)**

El visor GIS de aplicación informática de control incluirá utilidades de control basadas en Sistema de Información Geográfica (GIS) que permitirá operar con mayor facilidad, además de aportar datos de gestión vinculados con las coordenadas geográficas asociadas a cada elemento de la red. Podrán importarse fácilmente datos procedentes de proyectos diseñados con aplicaciones estándar como ArcGIS, AutoCAD Maps, etc.

El sistema gestionará una serie de capas y vistas que nos reportarán geográficamente el estado de la red hidráulica y del propio telecontrol:

- Vista de balsas: Se representarán los niveles y el porcentaje del volumen existente en las diferentes balsas.
- Errores de comunicación: Se representarán los nodos en función del número de errores de comunicación acumulados.
- Alarmas: Se representarán los nodos en función de si existen alarmas activas o no, y si han sido reconocidas.
- Presiones en red: Se representarán los nodos en función de la presión medida.

El componente GIS embebido en la aplicación SCADA mostrará los elementos de la red de riego en el espacio a partir de ficheros de capas shp previamente definidos.

El navegador GIS representará toda la información geográfica agrupada por capas temáticas. Desde el árbol de capas se podrán realizar las siguientes acciones:

- Mostrar capa: Hará una capa visible si no lo estaba ya.
- Ocultar capa: Hará que una capa no sea visible.
- Enfocar capa: realizará un zoom para observar la capa completa en el visor.
- Mostrar etiquetas: Hará que las etiquetas sean visibles.
- Ocultar etiquetas: Hará que las etiquetas de los elementos no se muestren en pantalla.

La barra de navegación dispondrá de las siguientes funciones:

- Zoom: Realizará un zoom sobre la zona seleccionada.
- Vista anterior: Deshace los efectos del zoom a la configuración inmediatamente anterior.
- Mover: Se podrá arrastrar el contenido del visor para desplazarnos por la representación gráfica.
- Seleccionar: Con esta herramienta se podrán seleccionar elementos de la red.
- Información: Mostrará la ventana de inspección de objetos, la cual nos dará la información relativa al elemento seleccionado y el resumen de las vistas: superficie total, superficie cultivada, número de regantes, etc.

La barra de vistas dispondrá de las siguientes funciones:

- Estado de los hidrantes: Representará los puntos de ubicación de los nodos de control en diferente color dependiendo del estado de los mismos.
- Estado de comunicaciones: Representa los puntos de ubicación de los nodos de control en función del número de errores de comunicación que tengan.
- Alarmas: Representa los puntos de ubicación de los nodos de control en función de si existen alarmas activas o no, y si han sido reconocidas.
- Caudales: Indicará los caudales medidos en cada punto de la red y si están dentro de los límites normales de funcionamiento.
- Presiones: Indicará la presión medida en cada punto de la red y si está dentro de los límites normales de funcionamiento.

3.3.59.7 Cursos de formación

Se deberán contemplar 2 tipos de cursos de formación totalmente independientes:

- Curso de manejo y operación

Destinado a formar a los operadores de la comunidad de regantes en la estructura:

- Navegación por pantallas
- Herramientas de informes
- Introducción de datos
- Manejo de la aplicación
- Parámetros de configuración

- Manejo web
 - Curso de mantenimiento

Destinado a formar al personal de mantenimiento propio de la comunidad de regantes con el siguiente temario:

- Test y diagnóstico de comunicaciones.
- Navegación por pantallas.
- Herramientas de informes de mantenimiento.
- Introducción de datos.
- Manejo de la aplicación.
- Cableado, sustitución y activación de tarjetas de control de hidrantes.
- Altas de nuevas tarjetas de control.
- Manejo web.

3.3.59.8 Documentación

Se entregará la siguiente información:

- Manual de operación de la aplicación.
- Descripción funcional de cada pantalla.
- Manuales de funcionamiento y operación acceso web.
- Manuales técnicos de equipos informáticos.
- Manuales técnicos de equipos de comunicaciones.
- Esquemas completos de la red de hidrantes.
- Esquemas eléctricos de los distintos tipos de remotas de telecontrol.
- Memoria técnica de los elementos que componen el sistema de telecontrol en la que se incluya la información suficiente para comprobar la adecuación de los equipos a las condiciones que se citan en el pliego. Se deberá presentar una detallada lista de los materiales a instalar identificando todos y cada uno de ellos por su marca, modelo y versión. Se deberá adjuntar el catálogo comercial correspondiente de todos los materiales que se vayan a instalar en la obra (tanto en formato papel como electrónico). Incluirá la descripción funcional del sistema en el que queden perfectamente definidas todas las funcionalidades y características de:
 - Funcionamiento de remota y concentrador.
 - Software centro de control.
- Manuales de instrucciones y conexionado

Todo equipo instalado debe disponer de manual de instrucciones para facilitar la configuración e instalación de los repuestos. Asimismo, se añadirá documentación técnica referente a las necesidades de mantenimiento que se asocien a cada tipo de elemento con el objetivo de facilitar la realización de programas de mantenimiento.

➤ Documentación adicional

La documentación adicional que ha de disponerse del sistema de telecontrol será la siguiente:

- Manual de funcionamiento y operación de la aplicación de control.
- Manual de funcionamiento y operación acceso web.
- Manual de funcionamiento y operación acceso web.
- Manual de funcionamiento y operación del software de alarmas SMS.
- Esquemas completos de la red de hidrantes.
- Programas software necesarios para la programación y configuración de las remotas de control de la red de hidrantes, así como de los elementos intermedios (concentradores) a coste cero.

3.3.59.9 Mantenimiento de la instalación

Para asegurar la estabilidad y perdurabilidad del buen funcionamiento de la instalación se realizará el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo que a continuación se describe.

Dado que el sistema de telecontrol tiene unas necesidades de mantenimiento específicas, se incluye en el presente pliego la elaboración y ejecución de un programa de mantenimiento.

Por las características propias de los sistemas de telecontrol de regadíos y con el objetivo de ajustar las actuaciones que a nivel de mantenimiento se requieran, deberán quedar perfectamente definidas las operaciones a realizar en términos de:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento correctivo.

Se listarán todas las operaciones que se reconozcan como necesarias para el sistema de telecontrol, así como los espacios temporales para los cuales se especifican estas y el procedimiento detallado para aquellas más habituales y/o críticas.

En dicho plan de mantenimiento se tendrán en cuenta las tareas que se indican en los apartados siguientes.

➤ Revisión precampaña de riego

Debido a que las instalaciones de riego suelen tener un periodo de inactividad comprendido entre la finalización de una campaña de riego y el inicio de la siguiente, se verificará previamente al inicio de esta última que todos los elementos del sistema de control se encuentran en el estado adecuado para la puesta en marcha del sistema.

➤ Revisión poscampaña de riego

Una vez haya finalizado la campaña de riego, se programarán las tareas necesarias en los puntos donde se hayan venido detectando alarmas durante la campaña anterior. Es por ello imprescindible que la aplicación de control monitorice y almacene todas las alarmas que se asocien al sistema de telecontrol instalado.

➤ Mantenimiento correctivo

Es condición indispensable la inclusión en el programa de mantenimiento de un listado completo de componentes con su coste unitario con el fin de facilitar la gestión de los repuestos y recambios (mantenimiento correctivo).

➤ Tareas mínimas incluidas en el programa

En la revisión anual precampaña se incluirán aspectos de revisión visual, así como revisiones técnicas.

a) Revisión visual sobre las remotas de riego.

- Verificar el estado de las antenas de telecomunicaciones
- Verificar el estado del sistema de alimentación energética
- Verificar el estado de cables y conectores
- Verificar el estado de los elementos de fijación propios del sistema de telecontrol instalado
- Verificar la estanqueidad de la envolvente donde se aloja la electrónica
- Verificar el buen estado de las válvulas hidráulicas garantizando que no se detectan ni pérdidas ni atascos

b) Revisión técnica sobre las remotas de riego

- Medida de tensión en el acumulador (batería), comprobando la correspondencia con los datos recogidos por la aplicación de control
- Medida de tensión en la alimentación (panel solar), comprobando la correspondencia con los datos recogidos por la aplicación de control.
- Verificar el estado de los fusibles
- Verificar el funcionamiento de los módems radio
- Verificar el funcionamiento de las válvulas a través del test de válvulas
- Verificar la medida de las sondas de presión, comprobando la correspondencia con los datos recogidos por la aplicación de control
- Verificar el funcionamiento de los medidores de impulsos
- Revisión de las comunicaciones con el centro de control
- Revisión de las medidas de explotación (volumen, presión, estado, etc.), desde el centro de control
- Sincronización de contadores y revisión de parámetros desde el centro de control.

c) Revisión visual y técnica de elementos intermedios

Para el resto de equipos de campo que puedan ser necesarios se realizarán las tareas descritas para la remota de riego que se les apliquen por la concepción y configuración de los equipos a revisar.

d) Revisión visual en el centro de control

- Verificar el estado de todo el software objeto de este pliego
- Verificar la integridad de los registros y el buen funcionamiento de las bases de datos
- Realizar una copia de seguridad de todas las bases de datos que se incluyan en el sistema de telecontrol instalado
- Desfragmentación de la máquina virtual

3.3.59.10 Características técnicas específicas

Las unidades remotas a instalar deberán ser compatibles a nivel de remotas con las existentes en la Comunidad de Regantes, pues se integrarán con las ya instaladas y será necesario compatibilizarlas. Tendrán que cumplir con las siguientes especificaciones:

- Filtro avanzado configurable por el usuario

Con el fin de evitar falsos pulsos, las estaciones remotas han de disponer de un filtro configurable remotamente y basado en los parámetros dados por los fabricantes de contadores: caudal de arranque, caudal mínimo, caudal transición y caudal máximo. De esta forma se evitarán falsas lecturas de pulsos de volumen, además de detectar funcionamientos de contadores en zonas de alto error de medida.

La remota debe tener varios niveles de filtrado:

- Un primer filtro PASIVO permanente (no configurable) que elimine eficazmente las frecuencias mayores de 10 Hz con una pendiente mínima de 6 dB/octava.
 - Un segundo filtro que impida el conteo de los pulsos generados a una frecuencia mayor que el caudal máximo (Q4) que el contador hidráulico no puede generar o que en caso de hacerlo no se garantiza ninguna correspondencia con el volumen de agua realmente entregada. Aunque los pulsos filtrados no se cuenten ni se tengan en cuenta para el cálculo de caudal, sí se debe generar un aviso o alarma indicando la presencia de estos pulsos espurios.
 - Un tercer nivel de filtrado correspondiente al intervalo de caudal mayor que el máximo (Q3) consignado y menor que el máximo medible (Q4). En caso de excederse el caudal máximo consignado (Q3), los pulsos sí se cuentan en el totalizador del hidrante, pero además se genera un evento de alarma y se crea un contador parcial asociado en el que se van sumando todos los pulsos hasta que el caudal se normalice de nuevo, momento en que se genera un evento de final de caudal excesivo con el momento de inicio, el momento de fin y el contador parcial generado.
 - Si el caudal es menor que el mínimo consignado (Q2) y mayor que el mínimo medible (Q1), los pulsos se acumulan normalmente en el totalizador, pero se genera un evento de alarma hasta que el caudal se normalice.
 - Si el caudal es menor que el mínimo medible (Q1), se genera un evento de alarma asociado, con fecha y hora, y el pulso se ignora (no se acumula en el totalizador).
- Datalogger o registrador para detección de fugas

El sistema permitirá el almacenamiento interno de valores de contador sincronizados con respecto a un mismo instante de tiempo, con independencia del momento en que se haya transmitido dicho dato al centro de control. Esta funcionalidad es vital para la detección de fugas en la red, ya que para comparar volúmenes de distintos hidrantes se necesita que se encuentren referidos al mismo instante de tiempo.

- Herramienta de configuración/diagnóstico por telefonía móvil

La remota podrá configurarse a través de dispositivo móvil (teléfono/tablet) por conexión inalámbrica.

- Corte por sobrecaudal

La remota será capaz de realizar el paro de un riego por sobrepaso de un caudal preestablecido. Realizará también la transmisión de la alarma correspondiente al centro de control.

- Corte por sobrepresión

La remota será capaz de realizar el paro de un riego por sobrepaso de una presión preestablecida. Realizará también la transmisión de la alarma correspondiente al centro de control.

- Cierre opcional de solenoides por fallo de comunicación con elemento intermedio

La remota será capaz de realizar el cierre ordenado de todos los solenoides por ella controlados si hay un fallo prolongando de comunicación entre la remota y el elemento intermedio.

- Conectores de los sensores

Todos los sensores se conectarán con la remota de telecontrol mediante un cable acabado en un conector estanco M12 macho roscado de 4 polos.

- Conexión remota con la pantalla HMI de los autómatas programables

El HMI instalado en los cuadros de los PLCs tendrán, tanto a nivel hardware como a nivel software, la posibilidad de conexión remota desde cualquier punto externo, mediante enlace internet.

3.3.59.11 Tabla de intercambio universal

La tabla de intercambio universal es una tabla de base de datos que está definida para el intercambio de información entre el programa de gestión del telecontrol (en cuya base de datos

se puede encontrar) y los equipos remotos a través del frontal o frontales de comunicación instalados en el sistema. Posee un formato fijo soportado por SQL Server y conocido por todos los elementos del sistema.

Para que la tabla de intercambio pueda servir como un estándar de comunicación debe estar definida tanto la estructura de la misma como los siguientes aspectos:

- Todas las posibles órdenes que se pueden mandar a las remotas o recibir de ellas y que tienen que ser entendidas por los frontales.
 - Un sistema de prioridades que ordena la comunicación entre las remotas y el/los programas de gestión.
 - Las confirmaciones de las comunicaciones de las órdenes al frontal y a las remotas, mediante la utilización de un código llamado ACK.
 - La especificación de los dispositivos con los que se puede comunicar.
- Formato de la tabla de intercambio

El formato de la tabla de intercambio será el siguiente:

- Id Registro (Int, no allow nulls). Identificador único del registro.
 - Fecha Creacion (Datetime, allow nulls). Fecha y hora de creación de ese registro.
 - Prioridad (Int, allow nulls). Prioridad de la instrucción y forma de envío.
 - TimeOut (Datetime, allow nulls). Caducidad del registro.
 - Sistema (Varchar-50, allow nulls). Destinatario de la orden.
 - Tipo Dispositivo (Varchar-50, allow nulls). Elemento de control o dispositivo al que va dirigida la orden.
 - Tarjetas (Varchar-50, allow nulls). Identificador del equipo remoto del que procede o al que va dirigida la orden.
 - Puertos (Varchar-50, allow nulls). Conexión correspondiente al elemento de control o dispositivo.
 - Código (Varchar-30- allow nulls). Denominación de la orden.
 - Datos (Varchar-200- allow nulls). Parámetros asociados a la orden.
 - Ack (Int allow nulls). Código que indica el estado de evolución de la orden.
- Órdenes de la tabla de intercambio

En el anejo 1 se recogen todas las órdenes y parámetros asociados que se podrán utilizar en la tabla de intercambio. Tanto las órdenes como sus parámetros serán conocidos por el frontal de comunicaciones para poder transmitir las correspondientes instrucciones a los terminales remotos y que estos serán capaces de ejecutar.

➤ Prioridades de las órdenes

Se gestionarán las órdenes según una determinada prioridad indicada en uno de los campos de la tabla de intercambio. Dependiendo de la prioridad el sistema podrá gestionar de una manera u otra el envío de datos en ambos sentidos de la comunicación.

Tabla 71. Tabla de intercambio

Prioridad	Descripción	Intervalo	Prioridad sustitutiva por defecto
0	Envío cuando exista conexión	0 al 9	0
10	Forzar comunicación en el día y envío cuando se produzca conexión	10 al 19	0
20	Forzar comunicación inmediata y envío en esa conexión	20 al 29	10
30	Envío por mensaje SMS	30 al 39	20
40	Envío por mensaje SMS y forzar comunicación en ese día	40 al 49	30
50	Envío por mensaje SMS y confirmar con mensaje SMS	50 al 59	40
60	Llamada directa	60 al 69	50
70	Envío de datos almacenados en el frontal	70 al 79	0

Todo mensaje SMS que se envíe en cualquiera de los dos sentidos se confirmará cuando se produzca una comunicación entre la remota y el centro de control. No se dará ninguna información como enviada mientras no se confirme de esta manera.

El campo prioridad, que se rellenará por parte del programa de gestión, será analizado por el frontal para el envío organizado de información.

El nivel de prioridad se organiza de esta forma para posibles ampliaciones de prioridades de envío. A continuación, son detallados los distintos niveles básicos de prioridad de envío:

- 0. Envío cuando exista conexión
 Cuando la prioridad es 0 las entradas en la tabla de intercambio se almacenarán, por parte del frontal, esperando a que se produzca una comunicación de la remota con el centro de control.
- 10. Forzar comunicación en el día y envío cuando se produzca conexión
 Esta prioridad está orientada a las configuraciones de comunicación GSM con frecuencia de comunicación menor a la diaria, de tal manera que se enviará un mensaje SMS a la remota forzando a que establezca la comunicación, a la hora prefijada en la configuración de la remota, le toque comunicar ese día o no.

Cuando se produzca la comunicación se procederá al intercambio de la información.

Únicamente se mandará un mensaje a la remota coincidiendo con la primera entrada en la tabla de intercambio con esta prioridad y hasta la siguiente comunicación.

- 20. Forzar comunicación inmediata y envío en esa conexión

Si la prioridad se establece con un valor 20 se mandará un mensaje SMS para que en el momento en que lo reciba la remota se ponga en contacto con el centro de control. Cuando se produzca esta comunicación se hará el intercambio de información.

- 30. Envío por mensaje SMS

Para la prioridad de valor 30 el envío será por mensaje SMS. El frontal se encargará de concatenar los mensajes que lleguen en un determinado tiempo después del cual mandará el mensaje completo.

La confirmación de este mensaje se hará cuando se produzca la siguiente comunicación con el centro de control.

- 40. Envío por mensaje SMS y forzar comunicación en ese día

Con prioridad 40 se enviará la información (concatenando de manera similar a la anterior) vía mensaje SMS y se incluirá un aviso a la remota para forzar la comunicación a la hora configurada. Cuando se establezca la comunicación se confirmará el mensaje enviado.

- 50. Envío por mensaje SMS y confirmar con mensaje SMS

Cuando la prioridad sea 50 se enviará la información (concatenando de manera similar a la anterior) vía mensaje SMS y se solicitará una confirmación vía mensaje SMS por parte de la remota. Cuando se establezca comunicación con el centro de control se procederá a confirmar ambos mensajes.

- 60. Llamada directa

Si la prioridad es 60 se hará una llamada directamente del centro de control a la remota para hacer el intercambio de la información por parte de ambos. Para este tipo de prioridades tendrá que haber un estado de escucha continua por parte de la remota.

- 70. Envío de datos almacenados en el frontal

Para un valor de prioridad 70 el dato será procesado por el frontal, respondiendo con la última información que este ha registrado de la remota. Bajo esta prioridad, el frontal responderá únicamente a peticiones de lecturas; para el caso del resto de órdenes, estas serán gestionadas como si se tratara de un envío con prioridad 0.

Los valores intermedios entre estas prioridades, valores entre 0 y 9 y sucesivos, se podrán utilizar y se entenderán con la misma descripción que la de cabecera, teniendo que ordenarlos de mayor a menor a la hora de mandar los códigos a las remotas. Por ejemplo, primero se enviarán a la remota las órdenes con prioridad 9, después las de prioridad 8 y así sucesivamente hasta llegar a la prioridad 0.

Cualquier información pendiente deberá enviarse a las remotas en la siguiente comunicación, tenga la prioridad que tenga, salvo que se haya superado el tiempo del timeout.

- Estado de evolución de las órdenes: Códigos ACK

La siguiente tabla detalla los diferentes códigos ACK a ser procesados:

Tabla 72. Códigos ACK

Código	Significado	Respuesta
0	Registro procesado por el frontal	Frontal
1	Fallo al procesar la orden	Frontal
2	Tarjeta no dada de alta en frontal	Frontal
3	Operación no reconocida	Frontal
4	Operación no necesaria	Frontal
6	Operación realizada correctamente	Tarjeta
8	Dispositivo no configurado o no activo	Tarjeta
9	Direccionamiento incorrecto (código sensor incorrecto)	Frontal
11	Incongruencia en fechas de riego	Frontal
12	Riego en proceso	Tarjeta
13	D.F. Calorimétrico: Testabilización+TWARMUP <input type="checkbox"/> Tentre lecturas	Tarjeta
14	Fecha inicio riego menor que la de la tarjeta	Tarjeta
15	Conexión errónea en la remota	Tarjeta
16	La cadencia de riego no está soportada	Frontal
18	Riego solapado	Tarjeta
19	No existe riego en curso	Tarjeta

Código	Significado	Respuesta
20	Dispositivo asociado a la orden no configurado	Tarjeta
21	El riego no se enviará a la remota (dos programas de riego con el mismo ID)	Frontal
26	Parámetro perteneciente a otra remota al darla de alta	Frontal
48	Agotado timeout	Frontal

Al enviar una orden a la tabla de intercambio será insertado «NULL» en el campo ACK; una vez que el registro ha sido procesado por el frontal se modificará insertando el ACK correspondiente una sola vez, respondiendo en una trama diferente en el campo ACK en el caso en que la orden haya sido aceptada o rechazada. La única excepción a este proceso es el ACK 48, que sustituirá al ACK 0 cuando haya pasado el tiempo de timeout sin comunicar la orden a la remota.

En caso de envío de configuraciones, programas de riego y borrado de estos se insertará además en el campo dato el ID de registro al que se hace referencia una vez procesadas las órdenes.

➤ Descripción de los códigos ACK.

- ACK 0: respuesta del frontal que indica que la orden ha sido procesada correctamente.
- ACK 1: respuesta del frontal que indica que la orden no es reconocida por estar mal direccionada, por carecer de algún parámetro o porque el elemento de control no está configurado y por tanto no es procesada, orden desconocida o trama incompleta.
- ACK 2: respuesta del frontal que indica que la tarjeta no está dada de alta.
- ACK 3: respuesta del frontal ante una orden desconocida; esa orden no existe para ese modelo de remota.
- ACK 4: el frontal no procesa la operación porque no es necesaria, bien porque esa orden se ejecuta por defecto o bien porque procesa otra orden similar.
- ACK 6: respuesta que indica que la orden ha sido recibida correctamente por la remota. Operación realizada.
- ACK 8: respuesta de la tarjeta que indica que el dispositivo no está en estado activo o bien no se ha configurado.
- ACK 9: respuesta del frontal que indica error en el puerto o puerto inexistente.
- ACK 11: respuesta del frontal que indica que la fecha de inicio del riego es posterior a la de fin.
- ACK 12: respuesta de la tarjeta que indica riego en curso.
- ACK 13: el tiempo de estabilización del detector de flujo calorimétrico más el tiempo de warmup es mayor que el tiempo entre lecturas del sensor.

- ACK 14: respuesta de la tarjeta que indica que el reloj de la tarjeta tiene fecha posterior a la fecha de inicio del programa de riego.
- ACK 15: respuesta de la tarjeta que indica que no existe correspondencia entre la tarjeta que se indica en el sistema y la que realmente hay en campo.
- ACK 16: respuesta del frontal que indica que la duración de la cadencia es menor que la duración del ciclo de riego en un riego cíclico.
- ACK 18: no se enviará el riego al equipo porque existe otro riego de diferente ID y se solapan.
- ACK 19: no se puede modificar el riego porque no está en curso.
- ACK 20: no se puede enviar la configuración porque es dependiente de otra trama no configurada.
- ACK 21: El riego no se enviará al equipo. Se han programado dos o más programas de riego con el mismo ID, los cuales no han sido enviados aún a la tarjeta. La remota ejecutará el último enviado y devolverá un ACK 21 en los anteriores, de forma que no lleguen a enviarse.
- ACK 26: Al dar de alta una tarjeta en el frontal o cambiar algún parámetro en un equipo, existe algún parámetro (conexión, nombre del equipo o número de teléfono) que pertenece a otra tarjeta.
- ACK 48: respuesta del frontal que indica que el tiempo de espera de respuesta ha superado el timeout.

Además de los citados, se dispondrá de unos intervalos de números indicados por la dirección de obra, que no coincidan con los anteriores, destinados a códigos ACK propios de cada fabricante, que serán superiores a ACK 100 y que se podrán utilizar para labores de depuración.

➤ Dispositivos a los que van dirigidas las órdenes

A continuación, se enumeran los distintos elementos de control a tener en cuenta, los cuales tienen asociados una serie de órdenes. Estas órdenes pueden ir dirigidas a «Campo», en el caso de órdenes enviadas desde el programa de gestión hacia el frontal de comunicaciones y la remota, o bien a «Sistema», en cuyo caso son procesadas por el frontal e insertadas en la tabla de intercambio. Estas órdenes derivan en instrucciones que han de ser gestionadas de manera eficiente por la remota de telecontrol.

- Dispositivo ALIMENTACIÓN, correspondiente a la alimentación de la tarjeta.
- Dispositivo CONTADOR, referente al elemento de control contador.
- Dispositivo DETFLUJOTAN, elemento de control detector de flujo tangencial.

- Dispositivo DETFLUJOCAL, elemento de control detector de flujo calorimétrico.
- Dispositivo DETPOSICION, referente al sensor detector de posición.
- Dispositivo INTRUSION, correspondiente al detector de intrusión.
- Dispositivo MODEM, referente al módem de la tarjeta.
- Dispositivo PRESOSECUND, elemento de control presostato secundario.
- Dispositivo PRESOSTATO, elemento de control presostato.
- Dispositivo SOLENOIDE, correspondiente al solenoide.
- Dispositivo TARJETA, referente a órdenes propias de la remota.
- Dispositivo TRANSPRESION, elemento de control transductor de presión.

3.3.59.12 Unidades remotas en terminales de riego

En el presente proyecto, se contemplan dos redes de baja. La primera de ellas se dominará desde una estación de bombeo Sector A y la otra zona desde la otra estación de bombeo Sector B.

Para cada hidrante de la red, será necesario gestionar el control de las tomas de cada parcela, con sus contadores asociados. Por tanto, será necesario equipos con más de una salida de electroválvula, con sus correspondientes entradas de contador. Además, los equipos deberán permitir la instalación si fuera necesario de sensores de detección de intrusión, y sensores de presión.

La red de baja constará de un total de 169 hidrantes, Se contempla una gran diversidad en cuanto a número de tomas que deben gestionar los equipos terminales de hidrantes. En algunos hidrantes distribuidos por la red de baja, se instalarán sensores de presión, que los terminales de control de hidrante deberán gobernar. La comunicación entre los terminales de hidrante y los equipos concentradores deberá ser vía radio con frecuencia en banda libre UHF 868-869 MHz considerada de uso ICM (Industrial, Científico y Médico) y, por tanto, libre de licencia cuando nos atenemos a la normativa UN-39 del CNAF (Cuadro Nacional de Asignación de Frecuencias). Los equipos serán alimentados por baterías e instalados con mástil de 3 metros.

Para cubrir el amplio abanico de tomas requeridas, agruparemos los terminales de control de hidrante en los siguientes grupos:

- Equipos que den soporte a 2 tomas
- Equipos que den soporte a 4 tomas
- Equipos que den soporte a 8 tomas

En todos los equipos para su dimensionamiento se dejara una entrada libre para posibles ampliaciones futuras.

El sistema de telecontrol podrá estar compuesto en un futuro por unas 169 remotas inteligentes de Radiofrecuencia (RF). El sistema de telecontrol diseñado permite consultas inmediatas a una remota de control, envío de mensajes en difusión ancha (*broadcast*), sincronización de todas las remotas. Además, permite la posibilidad de establecer múltiples sesiones de comunicación en un solo canal radio que permitan la telecarga de modificaciones en el *software* de las estaciones remotas, de los parámetros de funcionamiento, incluso supervisar el estado de la estación consultando sus estadísticas de comunicación, estado de E/S, detector de intrusismo, valores de memoria, etc. para evitar desplazamientos al sitio de personal.

Las remotas estarán diseñadas para conseguir un consumo eléctrico mínimo. La remota tendrá capacidad para actuar con completa autonomía, independientemente de que la comunicación esté o no establecida, almacenando datos con fecha y hora y ejecutando programas de riego que tenga programados.

Las características y capacidades básicas de la terminal remota son:

- Control sobre válvulas pilotadas por solenoide biestable, a dos o tres hilos, común positivo o negativo. Ancho de pulso programable, en milisegundos, de milisegundo en milisegundo, hasta 32 s. Nivel de pulso programable hasta 24 V con corriente máxima de 1 Amperio.
- Repetición interna de orden: configurable de 0 a 15 veces separada por un tiempo también configurable.
- Detección de fallo de apertura/cierre mediante comprobación de pulsos del contador.
- Cálculo local de caudales a partir de la medida del intervalo de tiempo entre pulsos de contadores.
- Tele-lectura de hasta 4 contadores volumétricos que incorporen emisor de pulsos. Entradas de impulsos de contador por contacto seco, libre de tensión.
- Frecuencia máxima de cuenta de pulsos con filtrado de rebotes de señal: 2,5 Hz.
- Acumulador de hasta 4.294.967.295 pulsos por contador con aviso de desbordamiento.

- Los valores se conservan en memoria no volátil (no se pierde la cuenta por el cambio de pilas).
- Programas de riego por tiempo y/o volumen para cada toma, con apertura/cierre automática programada.
- Incorpora reloj-calendario de tiempo real RTC y gran capacidad de memoria para almacenamiento local del programa de turnos y/o sectorización.
- Hasta 8 turnos diarios, por cada día de la semana, por válvula; (total de 32 turnos por remota).
- Habilitación y deshabilitación de turnos.
- Incorpora 2 entradas analógicas de 16 bits de resolución.
- Precisión de medida de entrada analógica del 0,2 %.
- La señal analógica puede ser de tipo 0-20 mA, 4-20 mA ó 0-3 V.
- Alimentación para sensores generada internamente en la propia remota, conmutable y programable desde 9 hasta 24V.
- Cada vez que la unidad realiza la lectura de una medida analógica se activa el elevador de tensión, se conecta la alimentación, se realiza la medida y se vuelve a desconectar para minimizar el consumo.
- Lectura de EA periódica configurable de 10 en 10 segundos, hasta 7 días.
- Dos entradas digitales adicionales de uso general. Entradas por contacto libre de potencial (para p.e. detectores de flujo, presostato ó detector de intrusismo).
- Módulo radio-módem diseñado para alta fiabilidad, gran alcance y consumo ultra bajo.
- Memoria no volátil para acumuladores de contadores, registro de eventos, almacenamiento de datos y configuración de la remota.
- Registrador tipo *data logger* con registro en memoria circular no volátil de hasta 554 posiciones.
- Distintos tipos de alimentación soportados por la remota:
 - ✓ Pack de Pilas alcalinas tipo D (3x1.5V) 40 Ah. Duración con una actividad normal de 4-5 años. Esta opción es la proyectada.
 - ✓ Solar fotovoltaica para puntos concretos: Panel solar 5 W regulador y batería recargable (2-18 Ah).
- Datos de Consumo:
 - ✓ Consumo de corriente sin actividad: 1,6 mA por día.
 - ✓ Consumo en modo escucha: 40 μ A.
- Rango de Temperatura de Operación: - 20 °C / +70 °C.

- Aviso de cambio de pilas con varios meses de antelación, configurable en aplicación SCADA en el Centro de Control.
- Telecarga del *firmware* desde el centro de control
- Estanqueidad de la envolvente IP67
- Marcado CE y certificado de compatibilidad electromagnética.
- Interfaz NFC para uso a modo de consola local a través de una App corriendo en un teléfono inteligente. Eso elimina la necesidad de contar con un puerto físico accesible externamente, lo que da robustez a la solución.

Los elementos incorporados a la remota encargados de realizar el enlace de comunicación vía radio son los siguientes:

- Radio-modem módulo Base: Este módulo radio está integrado dentro de la caja estanca de la propia remota y conectado a esta a través de conexión RS232 ó I2C con la placa CPU de dicha remota.
- Antena de RF que será omnidireccional, ya que repite la señal de la remota a las concentradoras. Es una antena de radiofrecuencia directiva diseñada para la banda de 700-960 MHz.

Todas las tomas comunican con una concentradora. Esta concentradora se enlaza con el router 3G-4G VPN y envía/recibe los datos del SCADA del Centro de Control a través del túnel VPN.

A continuación, resumiremos la funcionalidad que deberá ofrecer el equipo:

- Turnos de EVs. Permite programar hasta 8 turnos por electroválvula (EV) y día de la semana, es decir un total de 56 turnos por EV a la semana. La programación de turnos admite la posibilidad de indicar turnos periódicos o turnos de ejecución única (los turnos de ejecución única se borran automáticamente de la memoria no volátil de remota, una vez se ejecuten). Será posible configurar turnos cuyo día inicial y final sean diferentes.
- Reintento de apertura y cierre de EVs: Permite indicar el número de reintentos de apertura y cierre de EVs. Para la ejecución de estos reintentos, es posible especificar unos tiempos de verificación de apertura y cierre, previos a los correspondientes reintentos.
- Turnos de relés. Permite programar hasta 10 turnos por cada uno de los dos relés y día de la semana, es decir un total de 70 turnos por relé a la semana. La programación de turnos será exactamente igual a la programación de turnos de EV, pero con la salvedad de que para los relés no será posible indicar un volumen en el turno.

- Cancelación de turnos. Una vez programados los turnos, será posible indicar a la remota que cancele uno o varios turnos, independientemente de si éstos se encuentran en ejecución.
- Inhibición de Turnos. Posibilidad de inhibir los turnos de forma indefinida o en un rango de fechas. Posibilidad de indicar una máscara en la inhibición de turnos, de manera que permita una inhibición por EVs y Relés.
- Caracterización del pulso de contador. Posibilidad de indicar los tiempos del pulso de contador, para así poder filtrar espurios, que no afecten a la cuenta de litros de la remota.
- Caracterización de contadores y registro de litros. Posibilidad de caracterizar el tipo de contador, es decir la equivalencia litro – pulso.
- Registro de litros. Permite sincronizar, contar y acumular el número de litros proporcionados por cada contador asociado.
- Tiempo de vida. Posibilidad de configurar un tiempo máximo sin recibir información de la concentradora de comunicaciones, de manera que superado dicho tiempo, la remota pueda ejecutar un protocolo de actuación, como por ejemplo cerrar todas las EVs y relés abiertos e inhibir todos sus turnos programados.
- Apertura y cierre manual de EV/EVs. Independientemente de los turnos de riego, será posible indicar una apertura manual de una o varias EVs un tiempo máximo de minutos; también será posible indicar un cierre inmediato. El disparo será independiente del estado de la EV en la remota.
- Asociación Electroválvulas-Contadores. Múltiples configuraciones de EV-CNT permitidas, con su correspondiente gestión de pulsos de contador
- EV Maestra. Posibilidad de indicar que una EV actúe como maestra y de configurar qué EVs actúan como aguas abajo de la maestra. Reparto de pulsos acorde a la configuración de maestra programada: se acumulará en el contador general de la maestra, y en el contador “virtual” de la EV aguas abajo abierta en cada caso.
- Monitorización de sensores analógicos. Posibilidad de indicar un tiempo de medición periódica de entradas analógicas y con un tiempo de estabilidad configurable. La configuración es independiente para cada una de las dos entradas analógicas. Para cada entrada analógica será posible indicar una pendiente y un offset, para escalar la medida de la corriente a la magnitud requerida. Posibilidad de especificar umbrales de alarma con porcentaje de histéresis, para evitar las activaciones y reposiciones de alarmas cuando la medición oscile entre unos valores próximos a los umbrales.
- Monitorización del caudal instantáneo. Posibilidad de activar el mecanismo de cálculo del caudal instantáneo de los contadores. Se implementa un algoritmo de ventana deslizante completamente configurable, que permite el cálculo de caudales instantáneos o caudales medios.

- Alarmas de riego. Posibilidad de indicar a la remota que reporte alarmas de “Cerrado con caudal” y “Abierto sin caudal”.
- Alarmas de propósito general. Utilizando las entradas digitales y analógicas de propósito general, será posible indicar que la remota reporte alarmas en base a estados digitales y valores analógicos (con umbrales debidamente configurados).
- Informes de riego. Siempre asociado a los turnos de riego, la remota almacenará una lista con el informe de riego del turno (fecha-hora de comienzo, duración, contador inicial y contador final).
- Modo instalación. Posibilidad de activar un modo instalación, de manera que la remota asista al instalador, indicando mediante una secuencia acústica, si está conectado o no a una concentradora, y con qué nivel de señal.
- Ahorro energético: Implementa un algoritmo de funcionamiento, basado en el ahorro de energía (entra en modo de bajo consumo siempre que puede), lo cual permite que las baterías alcancen largos periodos de vida.
- Monitorización de su propio consumo energético. Monitoriza su propia fuente de alimentación, reportando su estado al Centro de Control, lo que permite actuar a tiempo en casos de exceso de consumo, evitando así el agotamiento inesperado de la batería.
- Equipo completamente autónomo. Es completamente autónomo, y una vez programados sus turnos y reglas, no requiere de ningún agente externo para su correcto funcionamiento. Funcionar de forma independiente en caso de que haya algún problema con las comunicaciones, y además almacenará todos los datos de contadores, turnos de riego, informes de riego, etc, en una memoria no borrrable, de modo que cualquier problema con la alimentación del equipo no ocasiona la pérdida de datos del equipo.
- Resiliencia de comunicaciones: Implementa algoritmos configurables que permiten al equipo de manera autónoma realizar resets calientes y fríos del módem incorporado, lo que le permite recuperarse ante situaciones de “cuelgue” de módem.
- Comunicaciones Radio en tiempo real: El tiempo promedio de respuesta a un mensaje enviado desde el centro de control es de entre 3 y 12 segundos por salto, gracias a un algoritmo de priorización de los equipos en modo monitorización. Las comunicaciones se realizan en la banda 868MHz, y es posible configurar la potencia de transmisión del módem, para conseguir ahorros de batería importantes en equipos próximos a la concentradora.
- Telecarga: Posibilidad de realizar una telecarga remota del programa funcional de la remota.

Todas las tomas comunican con una concentradora. Esta concentradora, a través del switch industrial, se enlaza con el router 3G-4G VPN, y envía/recibe los datos del Scada del Centro de Control a través del túnel VPN.

3.3.59.13 Concentradoras

Las concentradoras se instalarán centradas en cada uno de los sectores. Dispondrá de radio con CPU y módem radio. Características:

- Módem rúter 3G/4G GPRS/UMTS/LTE con redundancia Dual SIM para comunicación con Centro de Control con puerto Ethernet 10/100 RJ45 y puerto serie RS232.
- *Gateway* con nodos de riego: Controladora con CPU a 1 GHz, 512 MB de memoria DRAM, 2 GB de memoria Flash, módulo radio, y puerto Ethernet RJ45.
- Comunicación vía radio UHF con nodos de riego mediante radio módem de 500 mW en banda 868-869 MHz libre de licencia.
- Incluye armario poliéster de fijación mural de 400x300x200 IP66.
- Incluye antena exterior de 5 dBi.
- Antena omnidireccional 868 MHz, 880-960 MHz 10 dBd / 12,1 dBi, con las siguientes características técnicas:
 - Base omnidireccional / *Omnidirectional base*
 - 880-960 MHz, 10 dBd / 12 dBi
 - Frecuencias / *Frequency*: 880-960 MHz
 - Ganancia / *Gain*: 10 dBd / 12 dBi
 - Polarización / *Polarization*: Vertical
 - Ancho de haz a -3 dB / -3 dB *Beamwidth*: Vertical 7° / Horizontal 360°
 - R.O.E. / V.S.W.R.: ≤ 1.5
 - Potencia máx. / *Max. Power*: 100 W
 - Impedancia / *Impedance*: 50 Ω
 - Conector / *Connector*: N hembra / *female*
 - Ancho de banda / *Bandwidth*: 80 MHz
 - Protección / *Protection Grounded*
 - Materiales / *Materials*: Radomo: Fibra de vidrio con base aluminio // Soporte y tornillos: acero inoxidable

El sistema de alimentación correspondiente a la concentradora será mediante una instalación solar (instalación eléctrica fotovoltaica para una potencia total 150Wp formado por batería gel estacionaria 12v y 164 Ah, módulo fotovoltaico 150Wp , intensidad Ip: 4,85 Amp, soporte para módulo, regulador de carga v2 de 12/24v-15).

El concentrador radio facilitará la comunicación con las remotas ubicados en su radio de acción. Cada concentrador radio debe ser capaz de dar servicio a un mínimo de 150 remotas.

Con la potencia ajustada al máximo (14dBm), y con visibilidad directa, la distancia entre las remotas y el concentrador debe alcanzar los 3Km.

Si no hay visibilidad directa entre el concentrador y las remotas, será factible llegar a comunicar con el equipo, mediante un protocolo que permita un máximo de 3 saltos desde el concentrador. Debe ser posible, por tanto, definir una ruta para llegar desde un concentrador a un equipo remoto. Un requisito muy importante del funcionamiento del protocolo radio, y que le dote de gran flexibilidad es que las rutas deben poder ser dinámicas, y por tanto debe ser posible reconfigurar las rutas hasta las remotas establecidas en el concentrador, en cualquier momento.

El enrutado dinámico se establecerá en el concentrador, y no requerirá reconfiguración de ningún equipo intermedio, simplificando así, la configuración en la instalación de la red de remotas.

La concentradora (UCC) permitirá gestionar de forma remota los mapas de equipos remotos instalados, y las rutas de acceso a los mismos, permitiendo dar de alta nuevos equipos, darlos de baja o editar sus direcciones MAC. Esta reconfiguración deberá poder realizarse sin necesidad de reiniciar el equipo, es más, deberá ser posible hacerlo sin tener que detener el sondeo periódico.

Es imprescindible poder conocer el RSSI (nivel de señal) entre el concentrador y un TCH, o incluso entre las remotas a lo largo de una ruta, y todo ello desde el concentrador. Además, el concentrador deberá almacenar el último RSSI obtenido de cada equipo remoto, de manera que sea posible extraer un informe de estado de salud de los niveles de señal de toda la red radio.

La concentradora será la encargada de realizar un sondeo periódico de todas las remotas instaladas. El sondeo consistirá en preguntar un comando de estado, y almacenarlo en RAM, para que el centro de control pueda conocer de manera inmediata el estado de cada remota (con una incertidumbre temporal igual al periodo de sondeo, parámetro configurable). Cada 'x' (también configurable) sondeos además del estado de un TCH, se consultará el RSSI remoto (entre TCH y UCC si éste tiene como padre la UCC, y entre TCH y su TCH repetidor padre, en caso de que pase por repetidor). Además de ese sondeo autónomo, la UCC siempre deberá estar a la espera de recibir comandos del centro de control.

Para evitar que el centro de control esté esperando durante mucho tiempo la respuesta a sus comandos dirigidos a las remotas, la UCC manejará prioridades en la cola de transacciones radio, de manera que los comandos dirigidos a las remotas, que no sean del sondeo periódico de la UCC, tendrán mayor prioridad. Los comandos de supervisión directa también tendrán máxima prioridad, lo que permitirá una supervisión en tiempo real del equipo con tiempos entre actualizaciones muy reducidos.

La UCC implementará mecanismos de control ante las peticiones dirigidas a TCHs que tengan problemas de comunicación, para regular de la mejor forma, y optimizar el acceso al canal radio; por ejemplo, si un equipo remoto, lleva 3 sondeos sin comunicar, rechazará los comandos dirigidos a dicho equipo, hasta que este vuelva a responder al sondeo.

La UCC será la encargada de programar la fecha y hora de las unidades remotas, aprovechando el sondeo periódico, para detectar y corregir posibles desviaciones de los relojes de los equipos.

La UCC permitirá diagnosticar el estado de las comunicaciones de toda la red de equipos radio. Con las estadísticas de sondeo, será posible configurar en la UCC, algoritmos de autocontrol de comunicaciones, para detectar posibles “cuelgues” de módem radio, con las consecuentes actuaciones autónomas, por ejemplo reset caliente o frío del módem.

La UCC también mantendrá estadísticas internas de saturación de colas, para saber el estado de la cola de transacciones radio, de la cola de supervisiones directas, y de la cola de peticiones de comandos a equipos remotos (que no sean supervisiones directas).

3.3.59.14 Fibra óptica.

Para comunicación entre autómatas y sistemas de vigilancia se empleará fibra óptica monomodo de 8 hilos con las siguientes características:

- Construcción bajo único subconducto con gel hidrófugo y recubrimiento de fibras de vidrio y acero corrugado resistente a la humedad.
- Protección mecánica, anti-humedad y antioedor.
- Cubierta exterior con 2 tensores FRP embebidos en cubierta LSZH-FR con compuesto retardante de llama e hilo rasgado en interior.

Para las conexiones de la fibra se consideran switch de comunicaciones 4 puertos cobre Ethernet 10/100, 2 puertos fibra óptica monomodo:

- Distancia Transmisión: Hasta 2 km
- Fibra óptica: Longitud de Onda :1310 nm
- Interfaces: 4xRJ45, 2xSC Fibra
- Alimentación: 12-48 V_{DC}

- Relé de fallo

3.3.59.15 Plan de aseguramiento de la calidad

3.3.59.15.1 Gestión de la calidad

La calidad de los distintos componentes deberá ser asegurada mediante un sistema de control de las materias primas y del proceso de fabricación que garantice el cumplimiento de las prescripciones técnicas de las normas de referencia utilizadas para la producción de los mismos y los requisitos establecidos en los apartados anteriores.

El fabricante deberá disponer de un Sistema de Gestión de Calidad que esté certificado según la norma UNE-EN ISO 9001:2015, Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos, por organismo de certificación acreditado.

El fabricante deberá disponer de un Sistema de Gestión Medioambiental certificado por un organismo certificador acreditado según la norma UNE-EN ISO 14001:2015, Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.

El promotor podrá realizar los ensayos y/o comprobaciones que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el promotor realizase ensayos o comprobaciones sobre elementos seleccionados y estos no cumplieren con las especificaciones exigidas en el pliego y cuadro de unidades de la misma, el coste de la realización de los mismos correrá por cuenta del adjudicatario. También correrá por cuenta del adjudicatario la reposición de los elementos objeto de ensayo por otros nuevos con las mismas características de los repuestos.

Se podrá solicitar la documentación que permita verificar el cumplimiento de los estándares mínimos de calidad especificados en los apartados anteriores y que será la siguiente:

1. Certificado de producto emitido por empresa certificadora acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para la norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.
2. Certificado de producto emitido por empresa certificadora no acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para la norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.

Los organismos de acreditación deberán ser conformes a lo establecido en la norma UNE-EN ISO/IEC 17011:2017, Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos de acreditación que realizan la acreditación de organismos de evaluación de la conformidad.

Los organismos que actúen como entidades certificadoras o laboratorios de ensayo deberán ser conformes a lo establecido en las normas UNE-EN ISO/IEC 17065:2012, Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios, UNE-EN ISO/IEC 17021-1:2015, Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión. Parte 1: Requisitos, y UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 (versión corregida en fecha 2018-05-09), Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

El/los laboratorio/s que hayan realizado los ensayos requeridos deberá/n estar incluido/s en uno o varios de los siguientes niveles:

1. Laboratorio certificado con UNE-EN ISO 9001:2015 por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente, o laboratorio acreditado por ENAC con UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, para la realización de los ensayos requeridos. Deberán aportarse los certificados correspondientes, en el caso de que así se requiera.
2. Laboratorio con sistemas UNE-EN ISO 9001:2015 o UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 para la realización de los ensayos requeridos, implantados o mantenidos, pero no certificados o acreditados, respectivamente. La implantación de dichos sistemas deberá estar verificada por entidad certificadora de control de calidad, independiente del laboratorio. En el caso de que se requiera deberá documentarse dicha implantación.
3. Laboratorio que cumpla los siguientes requisitos:
 - Sistema de aseguramiento interno: disponen de una organización interna de los servicios, de sistemáticas de control de los equipos y de métodos de ensayo/calibración, como garantía de los resultados.
 - Trazabilidad: disponen de control de la trazabilidad de sus medidas, mediante planes de calibración y la realización de intercomparaciones con otros laboratorios.
 - Disponen de procedimientos documentados o normas para la prestación de servicio a los clientes.

En el caso de que así sea requerido, a efectos del caso (3) deberá aportarse la siguiente documentación a fin de comprobar los requisitos anteriores:

- Organigrama con funciones definidas, cualificación y experiencia personal.
- Manual de calidad.
- Procedimientos o normas de descripción de los ensayos solicitados en la normativa de aplicación.
- Procedimiento predefinido de elaboración y contenido de los informes de ensayo.
- Planes de mantenimiento y calibración de equipos.
- Certificados de calibración de equipos por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente.
- Plan de intercomparación con otros laboratorios o entidades de reconocido prestigio, en caso de disponerse los mismos.
- Resumen de la sistemática general de aseguramiento de la trazabilidad de las medidas de laboratorio.
- Referencias de ensayos realizados en los cinco últimos años. Deberá acreditarse la realización de al menos 3 ensayos de similares características.
- Inscripción en cualquier relación de organismos reconocidos de ámbito internacional, nacional, autonómico o local.

Tanto en los certificados como en los informes de ensayos se deberá demostrar la trazabilidad del producto a que se hace referencia, así como la identificación del fabricante tanto en las muestras como en la documentación.

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de autocontrol que garantice la calidad del producto acabado y suministrado.

El promotor podrá solicitar el Manual de Control de Calidad del fabricante y en el mismo deberán señalarse las normas oficiales de ensayos que se apliquen, o en otro caso incluirse la descripción detallada de los métodos de ensayo utilizados.

En el caso de que los materiales suministrados no tuvieran certificado de calidad, el fabricante se obliga a someterlos a los ensayos y pruebas que sean necesarios, a criterio de la dirección de obra, para asegurar su calidad.

3.3.59.15.2 *Control de calidad*

El promotor podrá realizar los ensayos y/o comprobaciones que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el promotor realizase ensayos o comprobaciones sobre elementos seleccionados y estos no cumplieren con las especificaciones exigidas en el pliego y cuadro de unidades de la misma, el coste de la realización de los mismos correrá por cuenta del adjudicatario, así como la reposición de los elementos objeto de ensayo por otros nuevos, con las características de los mismos.

Interoperabilidad

La implementación se verificará mediante los ensayos definidos en el Anexo D Protocolo de ensayos de la norma UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad.

3.3.59.15.3 *Pruebas de funcionamiento*

Instrumentación

La instrumentación ocupa un capítulo propio en la puesta en marcha debido a su especial importancia.

Todas las comprobaciones que afecten a instrumentos que forman parte de circuitos eléctricos deben haberse realizado antes de las pruebas en funcionamiento manual. La instrumentación de regulación vinculada al funcionamiento en automático puede revisarse en la misma fase o, en todo caso, antes de la puesta en marcha del automatismo.

Las comprobaciones sobre los instrumentos de regulación y seguridad verificarán que estos se han instalado correctamente y en el correspondiente picaje o derivación, según plano de ejecución, para obtener la funcionalidad deseada. Se seguirán las prescripciones de instalación del fabricante con el objetivo de asegurar el buen funcionamiento, la precisión y la estabilidad de las medidas. Se instalan:

- Fujostatos
- Sensores de campo fotovoltaico
- Transductores de presión.
- Caudalímetros en tuberías.

El buen funcionamiento de la instrumentación es de importancia crítica para el funcionamiento del sistema en términos de regulación (transductores y caudalímetros) y seguridad (flujostatos).

Las labores de parametrización pueden realizarse en taller, pero debe comprobarse *in situ*. El tarado se realizará siempre *in situ* y de acuerdo a los valores normales esperados.

Puesta en marcha local

Durante la fase de puesta en marcha del automatismo en modo local se testeará y monitorizará el correcto funcionamiento de los elementos de control y la bondad de su programación. Los medios de los que se dispondrá habitualmente para todas las comprobaciones serán:

- Puerto de comunicaciones del autómeta.
- Pantalla de control local (HMI).

El puerto de comunicaciones del autómeta es una herramienta muy útil para acceder a la programación durante su ejecución y que permite comprobar el comportamiento de esta y los valores y estados de las entradas y las salidas que intervienen. Es importante verificar que los valores que captura el PLC se corresponden con los reales y para eso es necesario disponer de otros medios de medida/comprobación. Verificando que la lectura de una medida que forma parte de un subproceso de la programación es válida se pueden descartar causas si se produce un comportamiento inesperado al ejecutarse este. Comprobar la validez del valor capturado por las entradas, ya sean analógicas o digitales, asociadas a sensores y elementos de señalización eléctrica que forman parte de un proceso de regulación o de información descartará que, en caso de que no se alcance el resultado esperado, el origen del fallo pueda estar en este o en su conexión. El siguiente paso lógico será la revisión de la programación para detectar los fallos y/o los parámetros que requieren un reajuste.

En la pantalla de control local se dispone de un programa con la representación sinóptica de la instalación y vínculos al programa del autómeta para mostrar el estado de todos sus elementos y los valores de los parámetros de funcionamiento (hidráulicos, energéticos, etc.). Para habilitar el modo de funcionamiento automático en local normalmente la pantalla dispondrá de menú para la modificación de los parámetros de consigna vinculados, así como ciertos umbrales de aviso o alarma que se anticipan al disparo de las protecciones eléctricas. Del mismo modo que se revisaba la correcta captura de las entradas es necesario asegurar que un cambio en una consigna en la pantalla se traduce en el cambio inmediato de la misma consigna en la programación del autómeta. Se podrá comprobar así el buen funcionamiento del interfaz de comunicaciones entre autómeta y HMI, así como el vinculado entre sus programas.

Con ajuste a las necesidades de la instalación, y asegurando su absoluta correspondencia con lo mostrado en la pantalla, se probarán todas las funcionalidades del modo de funcionamiento automático, incluyendo:

- Paro/arranque según condiciones consignadas y comportamiento de la estación cuando estas se modifican.
- Tiempos entre maniobras.
- Comportamiento coordinado con fines de regulación y homogeneización de uso.
- Operativa de funcionamiento con señales transmitidas y alarmas calculadas.
- Reconocimiento completo del estado de todos los elementos de la estación, incluidas las alarmas con protección mediante lógica cableada, independientemente de que el modo de funcionamiento sea automático o manual.
- Captura de datos de funcionamiento general desde instrumentación eléctrica.

Puesto que los elementos críticos para la seguridad y algunos enclavamientos forman parte del funcionamiento manual y del automático, estos no realizan su función a través del autómata. Boyas, presostatos, sondas de temperatura y demás instrumentación de seguridad forman parte de la lógica cableada de los circuitos de mando de los elementos para los que un cambio de estado en estos captadores suponga alguna clase de riesgo. Aunque las medidas de seguridad funcionen correctamente, el sistema de automatización y telecontrol debe disponer siempre de una correcta identificación del estado de todos sus elementos por lo que el autómata debe conocer permanentemente su estado. Que todos los posibles estados sean conocidos aportará un diferencial de calidad en la información que se muestra tanto en el HMI como a nivel remoto. En caso contrario el sistema de automatización no sería lo suficientemente estable y fiable.

Se probarán uno a uno todos los enclavamientos (internos y externos) en modo automático y se ajustarán, si existen, todos los lazos de regulación. Para ello se diseñarán pruebas específicas a nivel de protocolo indicando en este el resultado esperado y el resultado obtenido. En caso de que no exista coincidencia será necesaria la revisión de la programación hasta lograrlo.

Como las señales digitales de entrada al PLC, asociadas a los procesos discretos de paro/arranque, normalmente provienen de instrumentos y circuitos eléctricos que han tenido que ser cableados y montados es recomendable probar la señal en su conjunto forzando el cambio de estado. En aquellos casos donde el forzado pueda significar peligro físico para el equipo bastará con su simulación con la instrumentación eléctrica adecuada.

Las señales de paro de emergencia son aquellas que ocasionan paros bruscos del sistema para proteger la integridad de los equipos que lo forman. Habitualmente forman parte de los circuitos de mando o directamente seccionan la alimentación eléctrica del receptor, por lo que el PLC se

limitará a capturarlas e identificarlas, informando al control remoto y mostrándose en el HMI. Los paros de emergencia más habituales son:

- Fallo de protecciones eléctricas (magnetotérmicos, diferenciales, actuadores, etc.). Se comprobará que todas las posibles alarmas se capturan e identifican correctamente.
- Fallo en el arranque/parada de un receptor. Si el autómatas no recibe señal de confirmación de que el motor se ha arrancado o parado, para evitar un posible estado desconocido se genera una alarma. Se puede forzar el fallo inhabilitando la entrada de confirmación de marcha/paro para observar el comportamiento de la automatización ante el fallo.
- Nivel mínimo en balsa. Se fuerza la boya y se espera el paro por lógica cableada con el correspondiente mensaje de alarma.
- Disparo de presostato de mínima en tuberías.

La instrumentación para detección de situaciones de emergencia (boyas y transductores) tiene que tararse atendiendo a las necesidades concretas de cada estación, modificándose así los resguardos de seguridad empleados.

Cuando la potencia del receptor es elevada, su actuador, siempre que sea un equipo electrónico, dispone de funciones internas de alarma que protegen el motor al cual se asocian (subcarga, sobrecarga, etc.), lográndose así una protección redundante.

Existe otro gran conjunto de señales no asociadas a paros bruscos pero sí a situaciones de seguridad para las que se puede asumir un paro/arranque ordenado de la estación y a estados de funcionamiento normales donde es el autómatas el que determina los escalones de arranque/paro.

Puesta en marcha remota

Testeado, verificado y contrastado el correcto comportamiento en modo automático de la estación en local, así como la captura de datos que realiza el autómatas, para finalizar el proceso de puesta en marcha se deben efectuar las mismas comprobaciones en modo remoto. La comprobación remota significa la puesta en marcha del centro de control, ya que para poder realizarla debe estar completamente operativo y configurado todo el *hardware* que lo compone (servidores, clientes, frontales de comunicaciones y sistemas de alimentación ininterrumpida, etc.) y con el *software* de explotación instalado (SCADA, drivers de comunicaciones, etc.).

El modo remoto responde a la capacidad de modificación y supervisión del programa del autómatas. Habitualmente habrá un selector físico que permita la puesta de la estación en local o en remoto. Si la estación está en remoto, el programa debe permitir modificar desde el centro de

control los valores de consigna para las regulaciones del funcionamiento automático al igual que se haría desde el HMI. De igual modo, y siempre que se haya diseñado así, el modo remoto puede forzar el cambio de estado de determinadas líneas del programa, arrancado/parando los equipos de forma remota. La forma de funcionamiento remoto más recomendable es la que permite variar consignas de funcionamiento, pero no fuerza el programa del autómatas, ya que teóricamente este estará implementado optimizando el funcionamiento conjunto de la estación.

Desde el SCADA (centro de control) se comprobará:

- El sistema de comunicaciones entre la estación y el centro de control funciona correctamente, recibiendo datos y enviando consignas u órdenes. Se evaluará estadísticamente el total de fallo de comunicaciones. Las infraestructuras que se encuentran en estado operativo deben comunicar de forma estable con el centro de control con una tasa de fallos normal para el medio de comunicación que se emplee (radio, cable, GPRS, etc.).
- La captura de todas las señales que se envían a la estación central; parámetros hidráulicos (presión, caudal, nivel, etc.) y de funcionamiento (estados, alarmas y valores historiables). El estado de la estación y sus componentes debe ser conocido en todo momento.
- El cambio de todos los campos consignables, modificando el funcionamiento de la estación ajustándose a las nuevas consignas, asegurando que el funcionamiento sigue siendo el esperado.
- En caso de que el sistema lo permita, se ejecutarán todas las órdenes discretas posibles; aperturas y cierres de válvulas, arranques/paros de motores, etc.
- La respuesta del sistema en caso de modificación de las consignas de arranque y de paro durante la marcha, así como, si procede, el envío y ejecución de programaciones horarias.
- Los sinópticos, menús y pantallas del SCADA se ajustan a las necesidades de la instalación, disponiendo ya la Comunidad de Regantes del interfaz de control definitivo, con los esquemas y las fotografías finales. Al igual que en los HMI se debe verificar la completa correspondencia entre la infraestructura real y su representación en el SCADA.

Resultado de la puesta en marcha

El resultado de la puesta en marcha será una estación de bombeo totalmente operativa en base al protocolo de puesta en marcha aplicado. Si el protocolo aplicado se ajusta a las necesidades, se habrán comprobado todas las señales, probado los diferentes procesos automáticos y

comprobado la correspondencia de estados, tanto en local como en remoto. El resultado final será un listado completo de comprobaciones con el resultado obtenido conformado en hojas de inspección final/informe de puesta en marcha.

Sistema de telecontrol de hidrantes

Las comprobaciones a realizar en las pruebas de funcionamiento del sistema se realizarán en tres fases en el orden que se indica a continuación:

- **FASE I: Verificación previa de la instalación**

El objetivo de esta fase es verificar la correcta instalación de todos los elementos del sistema antes de la inmediata puesta en servicio del mismo.

Se pretende comprobar, inmediatamente antes de la puesta en servicio, que los equipos están completos, correctamente instalados y en perfecto estado, y que por tanto se podrán realizar las pruebas de funcionamiento. Para ello se realizará la comprobación visual de la presencia y buen estado de los equipos, así como la verificación de la correcta instalación de los mismos.

- **FASE II: Verificación de la trazabilidad de los elementos del sistema**

El objeto de esta fase de pruebas es el de identificar y corregir las diferencias que puedan existir entre los archivos digitales de soporte del GIS de las obras y la instalación real.

Para verificar la trazabilidad de los elementos se trabajará con el archivo GIS en el que aparecen los siguientes elementos:

- 1.- Número total de remotas/expansión instaladas.
- 2.- Número total de hidrantes asociados.
- 3.- Localización del centro de control y elementos intermedios.
- 4.- Localización de hidrantes

Se deberán entregar a la dirección de obra los archivos GIS ya cotejados y conformes con la instalación real ejecutada.

- **FASE III: Pruebas de funcionamiento**

En esta fase se pasa a comprobar el correcto funcionamiento de los equipos individuales y de la instalación en su conjunto.

Se realizarán dos tipos de pruebas:

- **Comprobación de funcionamiento local del *hardware* y del *software* del centro de control**

Se arrancarán los equipos comprobando que la alimentación es correcta. Una vez hecho esto, se comprueba que los equipos comunican de forma básica a través de la red local. Si el resultado de estas comprobaciones es satisfactorio, el equipo estará listo para realizar las posteriores pruebas de funcionamiento.

- **Comprobación de funcionamiento del telecontrol de hidrantes y red de alta**

Una na vez en funcionamiento los equipos, se realizarán las pruebas del sistema de telecontrol propiamente dicho: ejecución de órdenes discretas, ejecución de programas de riego, lectura de datos, alarmas, etc.

- 1.-Verificación de nivel de batería a pie de remota.
- 2.-Verificación de nivel de panel solar a pie de remota.
- 3.-Ejecución de órdenes de abrir y cerrar desde SCADA y verificación a pie de remota.
- 4.-Forzar pulsos a pie de remota y verificación en SCADA.
- 5.-Sincronización del contador desde SCADA y verificación.
- 6.-Leer la medida analógica que aparece en el SCADA y confirmar que se está midiendo.
- 7.-Verificación en el SCADA de las alarmas de la instalación

Todas las pruebas pueden realizarse sin necesidad de que la red de riego se encuentre en servicio a excepción de las pruebas arriba numeradas como 3, 5 y 6:

- Prueba n.º 3: Verificación de la correspondencia de las órdenes de apertura y cierre desde el SCADA con la actuación real de los hidrantes (que cierre -no abra- cuando se le ordena cerrar; que abra -no cierre- cuando se le ordena abrir). Si la red de riego no está en servicio, solamente se podrá comprobar que el solenoide actúa cuando se le ordena.
- Prueba n.º 5: Verificación de la correspondencia de la lectura del contador en el SCADA con el valor del contador mecánico.
- -Prueba n.º 6: Verificación de la lectura de presión en el SCADA.

3.3.59.16 Control de calidad

En lo relativo a la integración en el sistema de telecontrol y automatización de este elemento se obrará conforme a lo recogido en el apartado 3.3.66 (Sistema de telecontrol) del presente pliego.

3.3.60 **Transmisores de presión**

Tendrán las siguientes características:

Regulación: 0 – 10 bar

Señal de salida: 4 – 20 mA

Transmisor con tecnología digital programable

Precisión: $\leq 0,1\%$

Estabilidad mínima a 24 meses: $\leq 0,1\%$

Partes mojadas en contacto con el fluido en acero inoxidable AISI 316 o Hasteloy

Conexión a proceso rosca Gas

Rango programable con ajuste local mediante pulsadores

Indicador local digital

Presión estática máxima mayor de 40 bar

Las tomas de presión se conectarán a las tuberías horizontales por un lateral de la misma, a 90° de la parte superior de la conducción para evitar en lo posible la entrada de aire.

En la conexión con la tubería se instalará una válvula de bola de aislamiento. A continuación, se montará un sifón y una válvula de 2 vías con mandos independientes, un mando aislará el transmisor de presión del proceso y el otro mando permitirá que el transmisor de presión quede a la atmósfera, pudiendo simular presión por esta toma para mantenimiento y calibración.

En el correspondiente precio de la unidad del Cuadro de Precios nº 1 se considera incluido el conexionado de alimentación y señal de la unidad, formado por tubo de PVC de canalización, cable de 3 x 2,5 mm² en Cu para alimentación y tierra y cable de 2 x 1,5 mm² apantallado en Cu para la señal analógica.

3.3.61 **Autómatas para el control de la red de alta**

Para el control de la Red de Alta se utilizarán autómatas programables industriales, dando a estos puntos la robustez, capacidad de procesamiento y configuración modular necesarias. El consumo de este tipo de autómatas es más elevado que las remotas de control de la Red de Baja (Tomas), por lo que necesitan alimentación eléctrica. A continuación, se describen las principales características de estos autómatas:

- PLC estándar de mercado, con carácter modular para permitir posibles ampliaciones futuras.
- Máximo 1024 E/S discretas+256 Analógicas
- Tarjeta SD de Almacenamiento
- Comunicaciones
 - Puerto Ethernet (Modbus TCP), Puerto Modbus (485/422) Enlace serie sin aislar RJ45 modo de caracteres, modo transmisión: asíncrono en banda base, RS232C, modo transmisión: 2 pares trenzados blind. en 0,3...19,2 kbit/s duplex total
 - Enlace serie sin aislar RJ45, maestro/esclavo Modbus, RTU/ASCII, modo transmisión: asíncrono en banda base, RS232C, modo transmisión: 1 par trenzado blindad en 0,3...19,2 kbit/s dúplex med.
 - Porta USB en 12 Mbit/s
 - Ethernet TCP/IP RJ45, modo transmisión: 1 par trenzad en 10/100 Mbit/s
- Programación según estándar internacional IEC 1131-3.
- Reloj de tiempo real.
- Modo de comunicación pooling y gestión interna de alarmas.
- Puerto auxiliar para conexión directa desde PC.
- Monitorización en tiempo real de entradas/salidas desde PC.
- Tensión de alimentación 24 VDC.
- Sincronización de los relojes internas de los autómatas con la hora del Puesto Central (Servidor).

3.3.62 **Pantalla táctil en la red de alta**

Con el objeto de operar en las estaciones de bombeo, a cada autómata programable se le dotará de una pantalla Táctil HMI de 12" para el control local sin necesidad de acceder al SCADA. La pantalla táctil será del tipo:

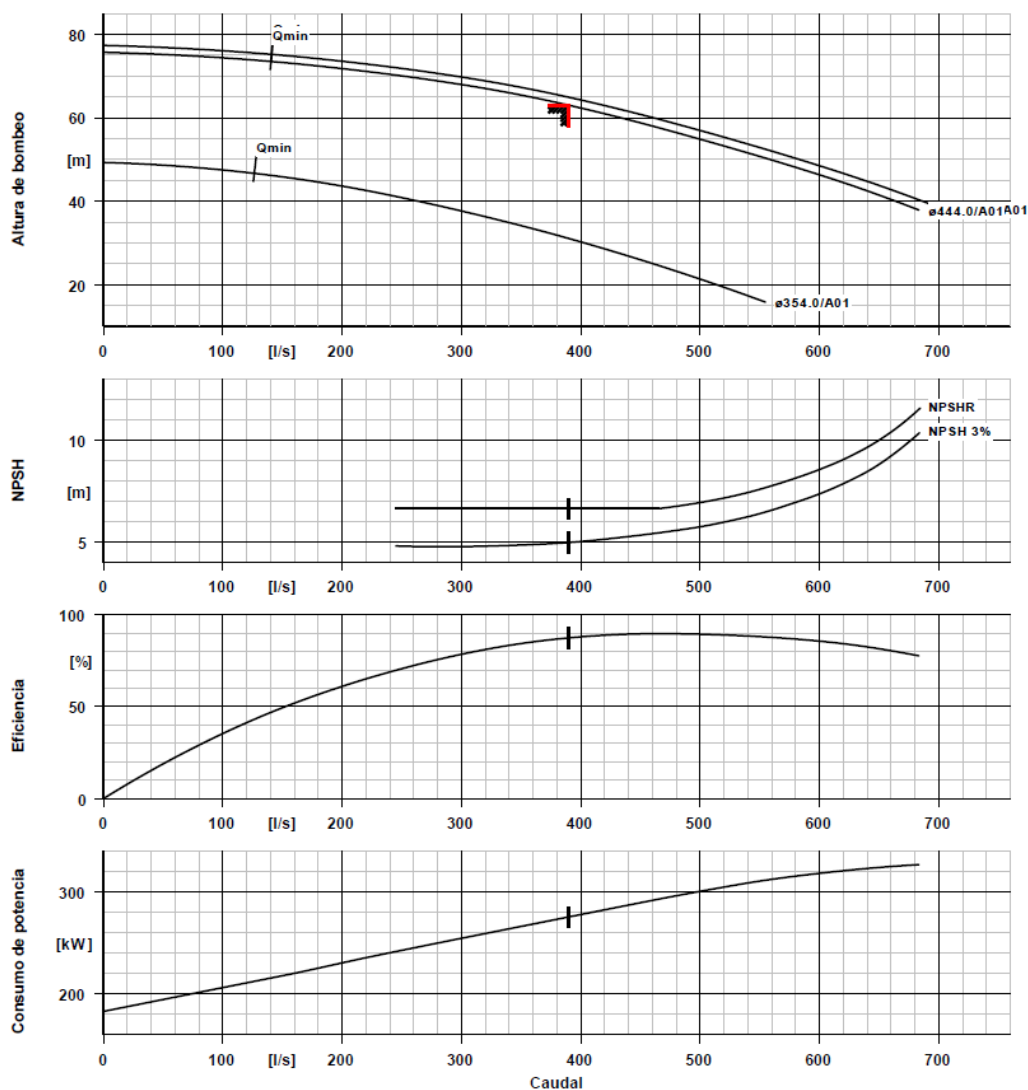
- TERMINAL 12.1" COLOR SVGA ETHERNET.
- Tamaño de pantalla 12.1 Pulgada
- LCD TFT a color retroiluminada
- 800x600 pixels SVGA
- Tensión de alimentación 24 VDC

3.3.63 Equipos de bombeo

Sector A.

Sistema de bombeo con una presión de funcionamiento de 63 mca, con una curva altura-caudal que permita que pueda operar a algo menos de altura de bombeo (por si fuera posible bajar la presión de consigna de funcionamiento, una vez que se vaya desarrollando el patrón de riego de los regantes) y que con la regulación de variadores de velocidad se obtenga un rango de caudales importante. Se decide diseñar con 6 bombas (5 funcionando y una de reserva). Para cubrir todo el posible rango de caudales se instalarán bombas de 390 l/s (4 bombas, siendo una la de reserva) y otras de 135 l/s (2 bombas). Por tanto, en máxima demanda funcionarían 3 bombas de 390 l/s y 2 de 135 l/s, lo que haría un total de 1.440 l/s. Este caudal total es ligeramente superior al de diseño de la red de riego con lo que se garantiza cubrir la demanda (1.440 l/s frente a 1.420 l/s).

Tendrán unas curvas similares a las siguientes:

➤ BOMBAS DE 390 l/s

Datos de curvas

Velocidad de giro	1492 rpm	Eficiencia	87,4 %
Densidad del fluido	998 kg/m ³	Absorción de potencia	275,35 kW
Viscosidad	1,00 mm ² /s	NPSHR	6,64 m
Corriente volumétrica	390,000 l/s	NPSH 3%	4,98 m
Caudal bombeado	390,000 l/s		
requerido		Diámetro efectivo del rodete	444,0 mm
Altura de bombeo	63,00 m	Estándar de aceptación	ISO 9906 2B
Altura de bombeo requerida	63,00 m		

Ilustración 4.. Curvas características de bomba de 390 l/s a 63 mca

Las bombas funcionarán accionadas por variadores de frecuencia cada una de ellas y se rotarán por tiempo en su funcionamiento. Con la regulación de las revoluciones del motor se obtienen los distintos puntos de funcionamiento. Tendrán unas curvas similares a las siguientes:

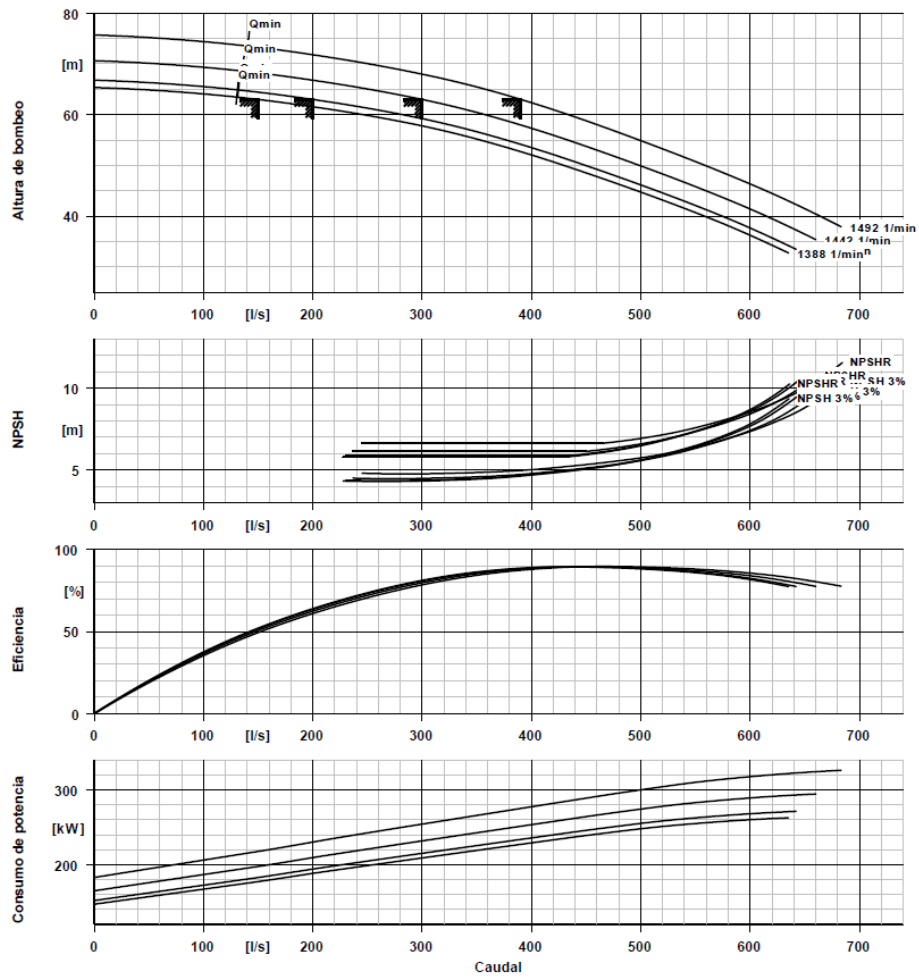
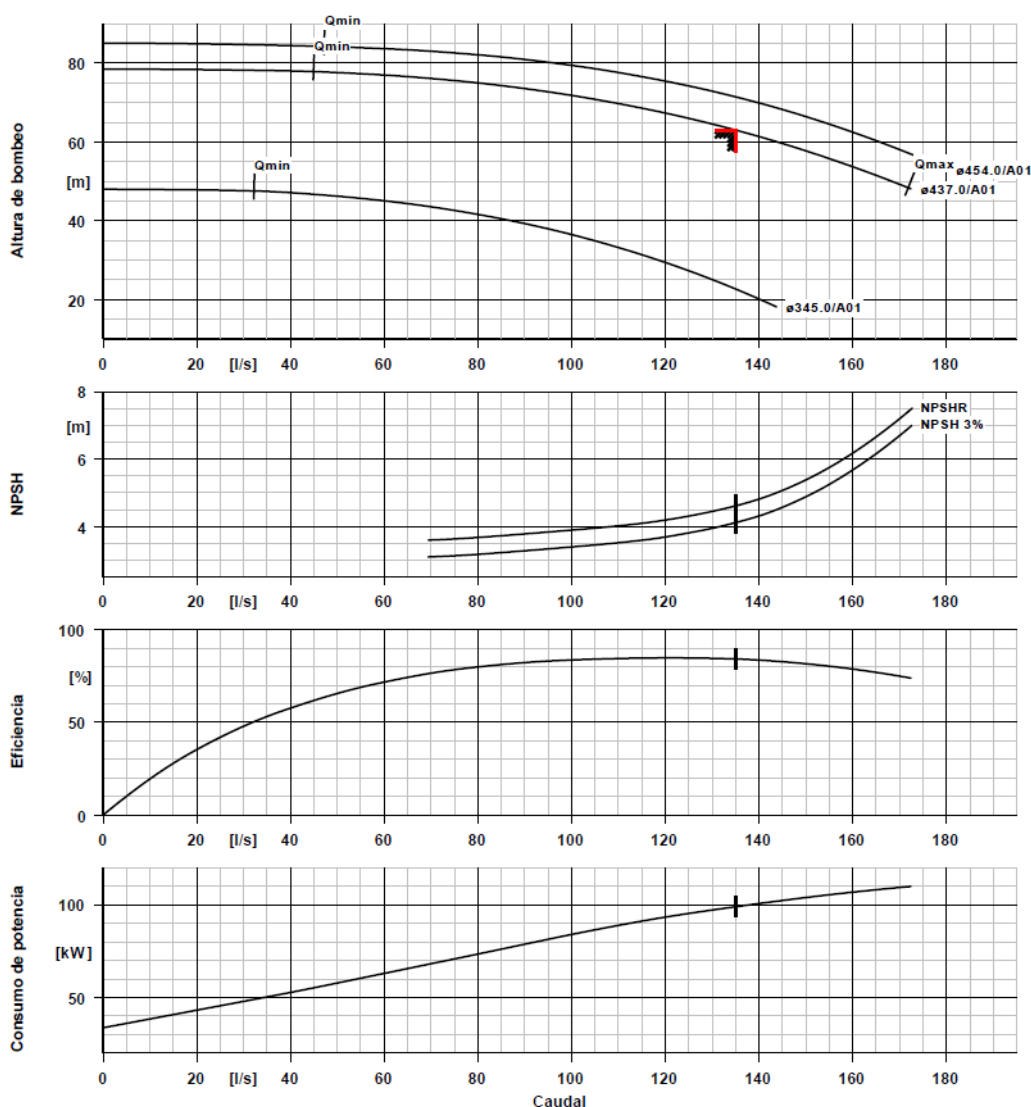


Ilustración 5. Curvas características de bomba de 390 l/s a 63 mca a distintas revoluciones

Tabla 73. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba de 390 l/s a 63 mca

Hz/rpm	Q (l/s)	P Hidráulica (kW)	Rend hidr (%)	NPSHr (mca)
50,0/1492	390	275,8	87,4	6,6
48,32/1442	300	236,8	78,9	6,1
47,02/1403	200	198,3	60,7	6,1
46,5/1388	150	181,8	55,8	3,0

➤ BOMBAS DE 135 l/s

Datos de curvas

Velocidad de giro	1489 rpm	Eficiencia	84,2 %
Densidad del fluido	998 kg/m ³	Absorción de potencia	98,96 kW
Viscosidad	1,00 mm ² /s	NPSHR	4,61 m
Corriente volumétrica	135,000 l/s	NPSH 3%	4,12 m
Caudal bombeado	135,000 l/s		
requerido		Diámetro efectivo del rodete	437,0 mm
Altura de bombeo	63,00 m	Estándar de aceptación	ISO 9906 2B
Altura de bombeo requerida	63,00 m		

Ilustración 6. Curvas características de bomba de 135 l/s a 63 mca

Las bombas funcionarán accionadas por variadores de frecuencia cada una de ellas y se rotarán por tiempo en su funcionamiento. Con la regulación de las revoluciones del motor se obtienen los distintos puntos de funcionamiento. Tendrán unas curvas similares a las siguientes:

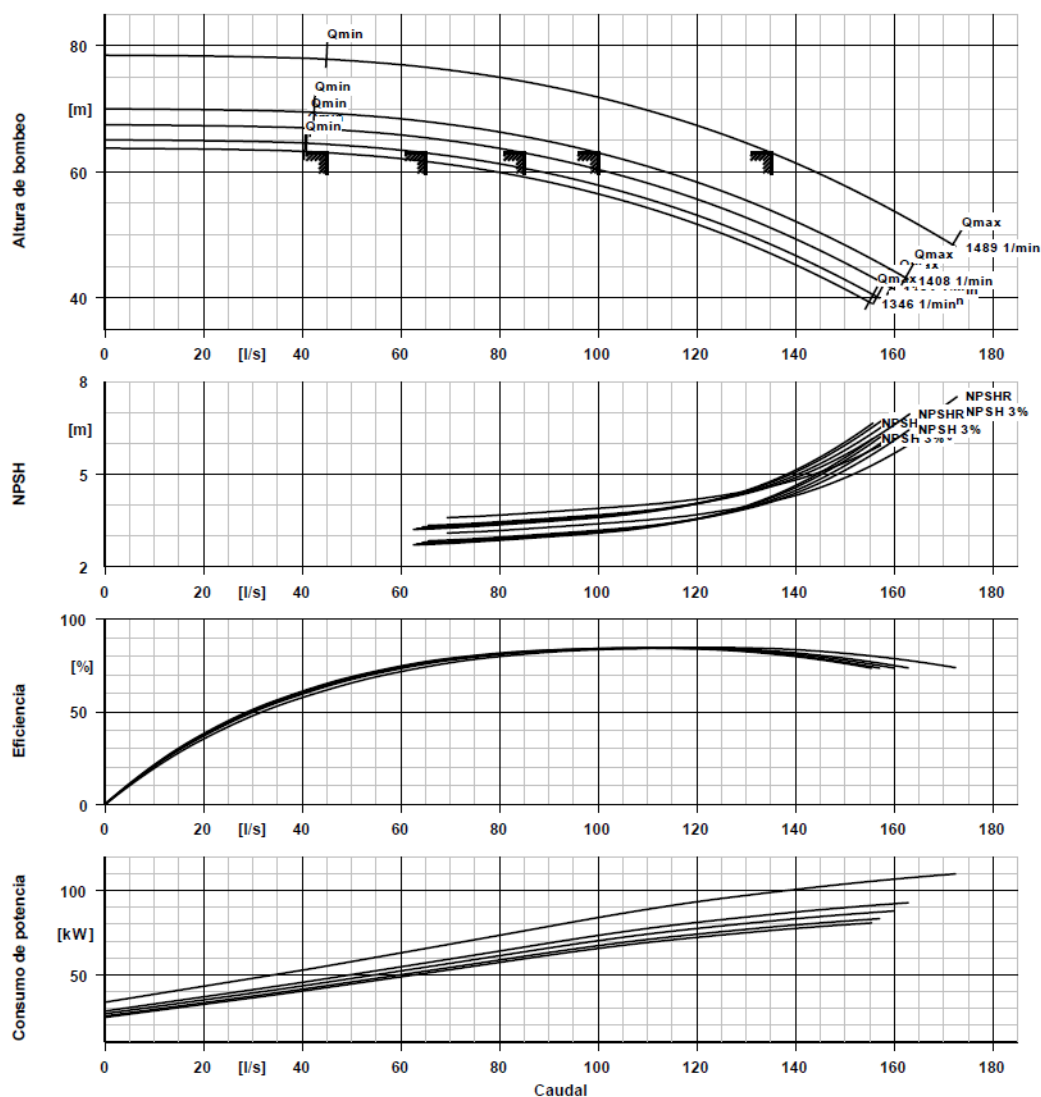


Ilustración 7.. Curvas características de bomba de 135 l/s a 63 mca a distintas revoluciones

En la siguiente tabla, obtenidos de las anteriores curvas, se muestran para una altura de bombeo fija (63 mca), distintos valores de caudal obtenidos para distintas revoluciones, la potencia hidráulica consumida, su rendimiento y el valor de NPSH:

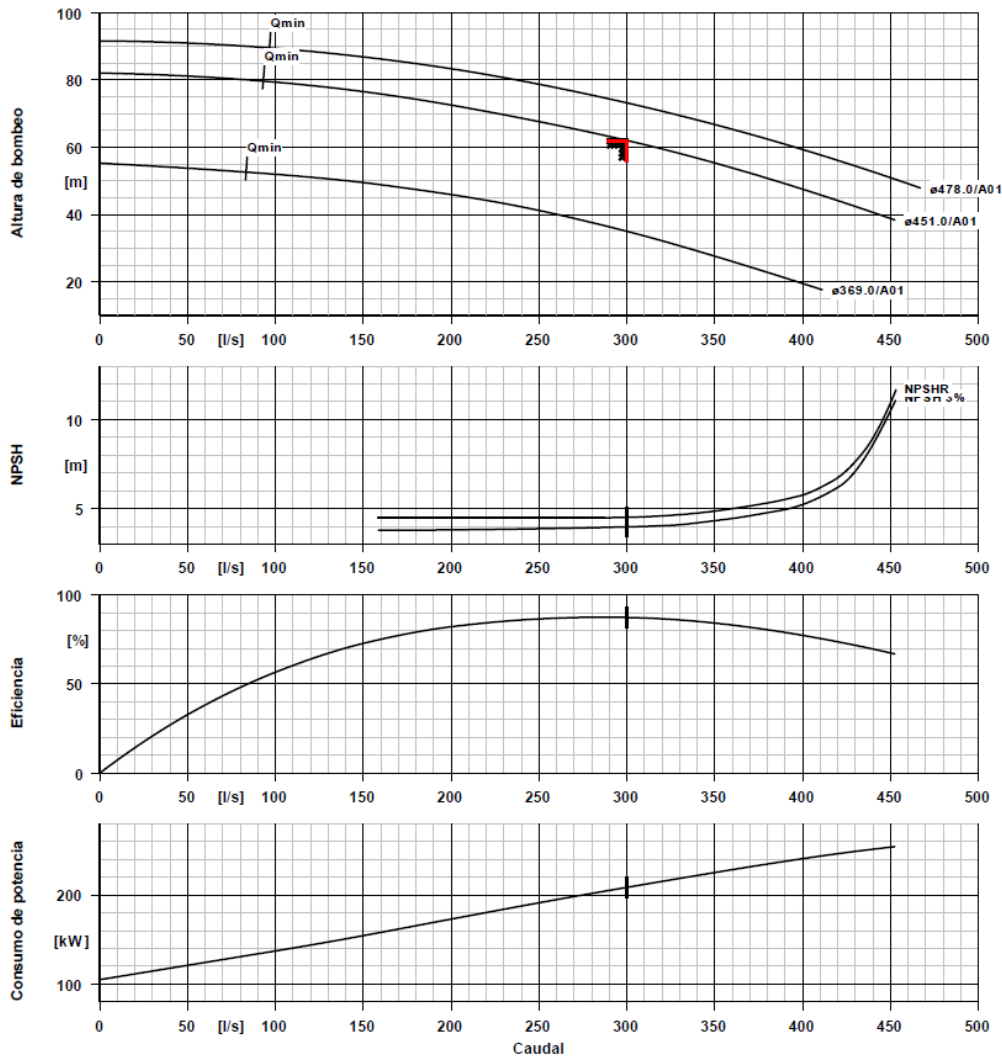
Tabla 74. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba de 210 l/s a 25 mca

Hz/rpm	Q (l/s)	P Hidráulica (kW)	Rend hidr (%)	NPSHr (mca)
50/ 1489	135	99,1	84,2	4,6
47,3/1408	100	76,4	82,6	3,7
46,4/1383	85	63,2	80,7	3,2
45,65/1359	65	55,9	77,4	3,0
45,2/1346	45	41,8	60,8	3,0

Sector B.

Sistema de bombeo con una presión de funcionamiento de 62 mca, con una curva altura-caudal que permita que pueda operar a algo menos de altura de bombeo (por si fuera posible bajar la presión de consigna de funcionamiento, una vez que se vaya desarrollando el patrón de riego de los regantes) y que con la regulación de variadores de velocidad se obtenga un rango de caudales importante. Se decide diseñar con 6 bombas (5 funcionando y una de reserva). Para cubrir todo el posible rango de caudales se instalarán bombas de 300 l/s (4 bombas, siendo una la de reserva) y otras de 90 l/s (2 bombas). Por tanto, en máxima demanda funcionarían 3 bombas de 300 l/s y 2 de 90 l/s, lo que haría un total de 1.080 l/s. Este caudal total es ligeramente superior al de diseño de la red de riego con lo que se garantiza cubrir la demanda (1.080 l/s frente a 1.071 l/s).

Tendrán unas curvas similares a las siguientes:

➤ BOMBAS DE 300 l/s

Datos de curvas

Velocidad de giro	1492 rpm	Eficiencia	87,3 %
Densidad del fluido	998 kg/m ³	Absorción de potencia	208,54 kW
Viscosidad	1,00 mm ² /s	NPSHR	4,52 m
Corriente volumétrica	300,000 l/s	NPSH 3%	3,98 m
Caudal bombeado	300,000 l/s		
requerido		Diámetro efectivo del rodete	451,0 mm
Altura de bombeo	62,00 m	Estándar de aceptación	ISO 9906 2B
Altura de bombeo requerida	62,00 m		

Ilustración 8.. Curvas características de bomba de 300 l/s a 62 mca

Las bombas funcionarán accionadas por variadores de frecuencia cada una de ellas y se rotarán por tiempo en su funcionamiento. Con la regulación de las revoluciones del motor se obtienen los distintos puntos de funcionamiento. Tendrán unas curvas similares a las siguientes:

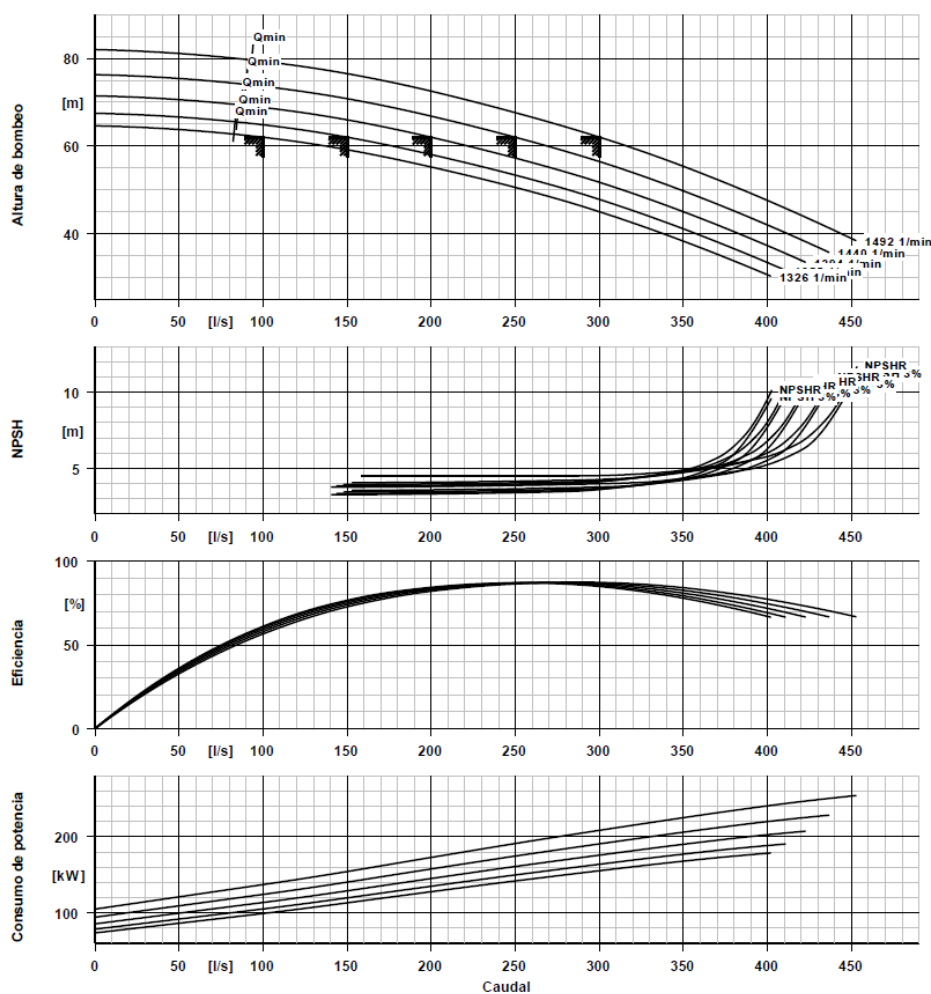
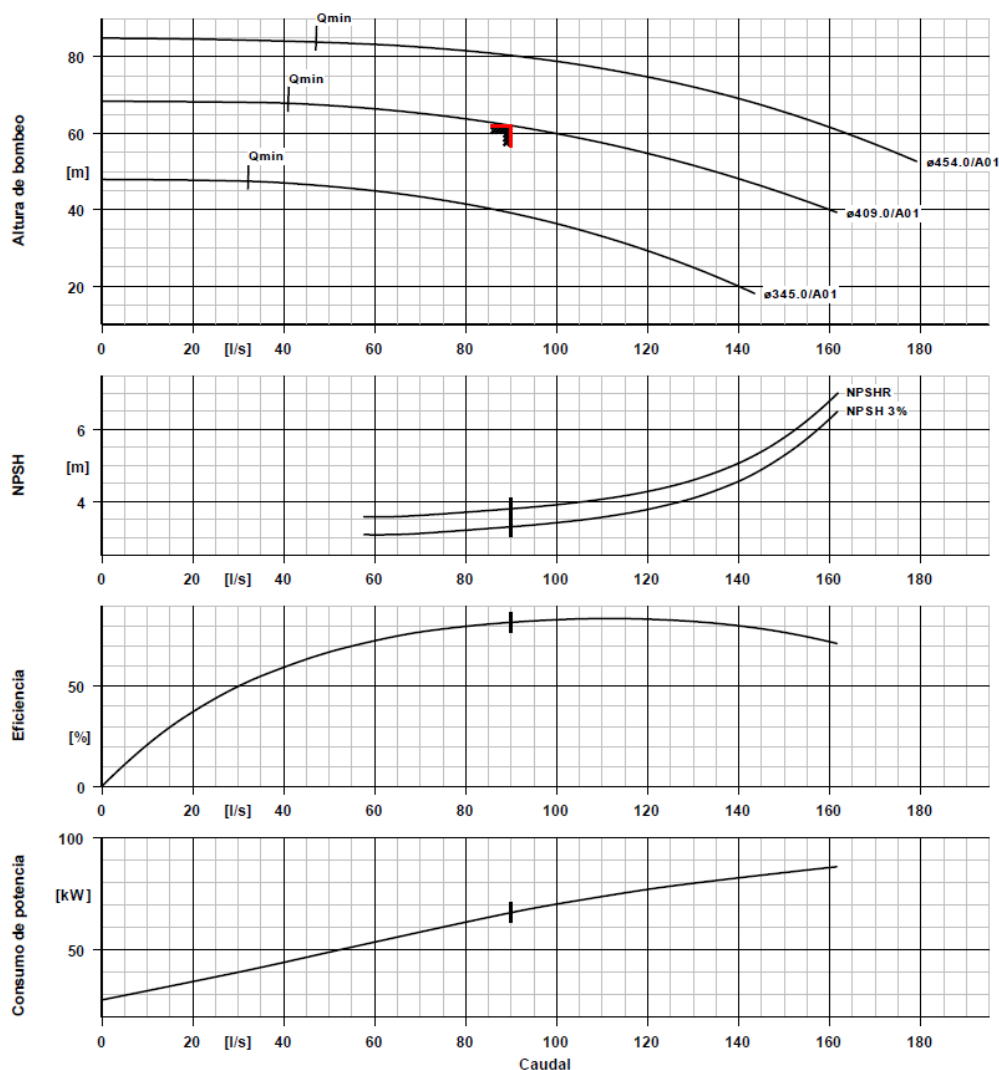


Ilustración 9. Curvas características de bomba de 300 l/s a 62 mca a distintas revoluciones

En la siguiente tabla, obtenidos de las anteriores curvas, se muestran para una altura de bombeo fija (62 mca), distintos valores de caudal obtenidos para distintas revoluciones, la potencia hidráulica consumida, su rendimiento y el valor de NPSH:

Tabla 75. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba de 300 l/s a 62 mca

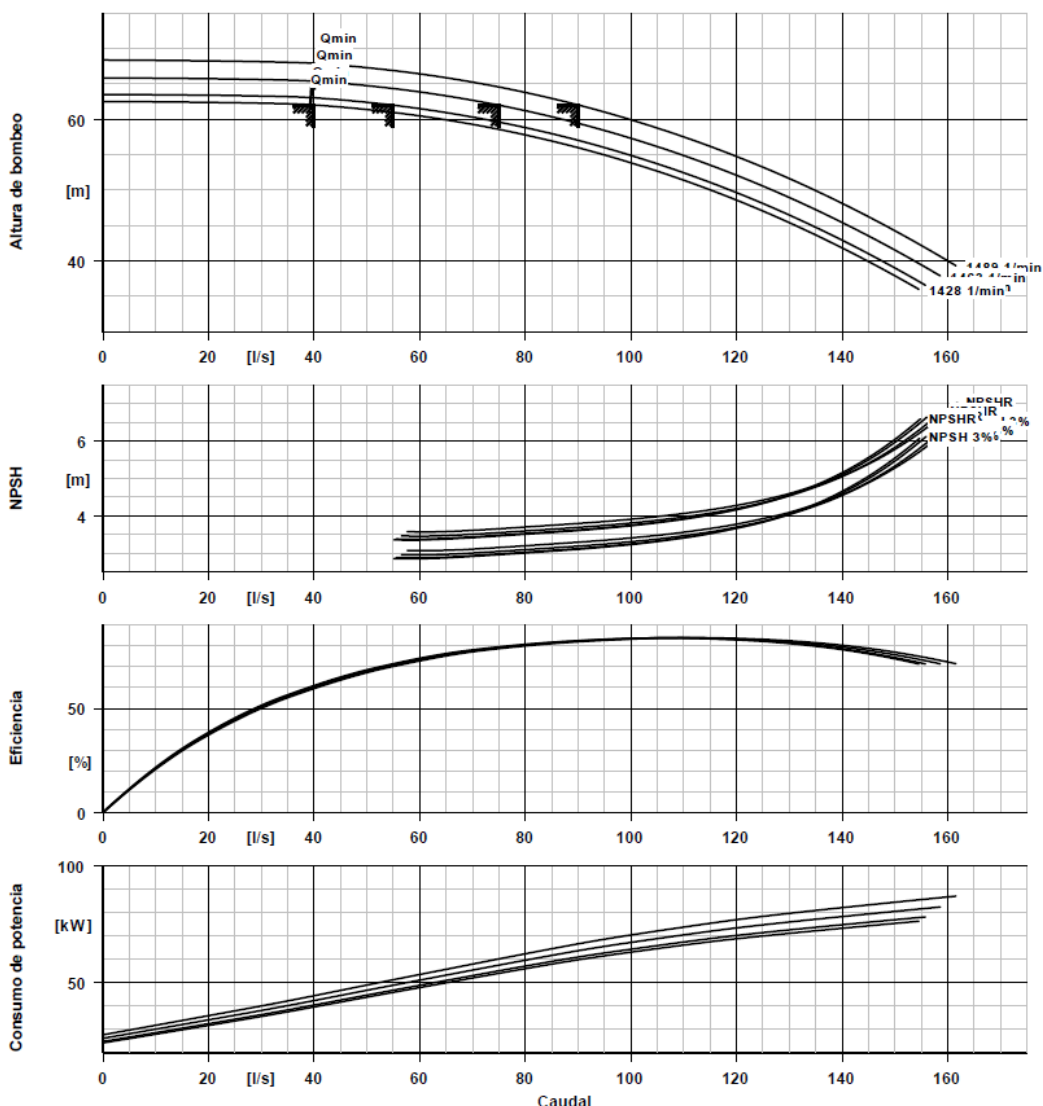
Hz/rpm	Q (l/s)	P Hidráulica (kW)	Rend hidr (%)	NPSHr (mca)
50/1492	300	209,1	87,3	4,5
48,25/1440	250	177,5	86,6	2,9
46,7/1394	200	147,9	81,8	2,9
45,4/1355	150	120,5	78,1	2,9
44,43/1326	100	99,6	61,2	2,9

➤ BOMBAS DE 90 l/s

Datos de curvas

Velocidad de giro	1489 rpm	Eficiencia	82,1 %
Densidad del fluido	998 kg/m ³	Absorción de potencia	66,60 kW
Viscosidad	1,00 mm ² /s	NPSHR	3,80 m
Corriente volumétrica	90,000 l/s	NPSH 3%	3,30 m
Caudal bombeado	90,000 l/s		
requerido		Diámetro efectivo del rodete	409,0 mm
Altura de bombeo	62,00 m	Estándar de aceptación	ISO 9906 2B
Altura de bombeo requerida	62,00 m		

Ilustración 10.. Curvas características de bomba de 90 l/s a 62 mca

Las bombas funcionarán accionadas por variadores de frecuencia cada una de ellas y se rotarán por tiempo en su funcionamiento. Con la regulación de las revoluciones del motor se obtienen los distintos puntos de funcionamiento. Tendrán unas curvas similares a las siguientes:



Datos de curvas

Densidad del fluido	998 kg/m ³	Altura de bombeo	62,00 m
Viscosidad	1,00 mm ² /s	Altura de bombeo requerida	62,00 m
Corriente volumétrica	90,000 l/s	Diámetro efectivo del rodete	409,0 mm
Caudal bombeado requerido	90,000 l/s		

Ilustración 11.. Curvas características de bomba de 90 l/s a 62 mca a distintas revoluciones

En la siguiente tabla, obtenidos de las anteriores curvas, se muestran para una altura de bombeo fija (62 mca), distintos valores de caudal obtenidos para distintas revoluciones, la potencia hidráulica consumida, su rendimiento y el valor de NPSH:

Tabla 76. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba de 90 l/s a 62 mca

Hz/rpm	Q (l/s)	P Hidráulica (kW)	Rend hidr (%)	NPSHr (mca)
50 / 1489	90	66,7	82,1	3,8
49,12 / 1463	75	57,5	79,3	3,1
48,28 / 1438	55	47,8	71,3	3,0
47,95 / 1428	40	34,8	60,4	3,0

Características motor de la bomba
Tabla 77. Características motor bombas

Fabricante del acoplamiento	Fabricante bomba	Potencia dimensionada P2 (kW)	
Tipo de acoplamiento	Flexible jaw coupling	Reserva disponible (%)	
Tamaño nominal		Corriente de régimen (A)	
Tipo protección acoplamiento	Ligero, no resistente a las pisadas (ZN79)	Relación corriente de arranque	
Tamaño protección acoplamiento	A251	Clase de aislamiento	F según IEC 34-1
Material protección acoplamiento	Acero	Clase protección del motor	IP 55
Tipo de placa base	Bomba y motor en bastidor básico común (3E) ejecución ligera	Coseno phi a plena carga	0,86
Tamaño placa base	OM3E08	Rendimiento del motor a plena carga (%)	95
Accionamiento	Motor eléctrico	Órgano sensorio de temperatura	3 termistores
Accionamiento mecánico. Estándar	IEC	Bobinado del motor (V)	400 / 690
Modelo (marca)	-	Numero de polos	4
Accionamiento suministrado por	Fabricante	Posición de la caja de bornes	0° (arriba) visto desde el accionamiento
Formato constructivo del motor	B3	Cojinete del motor aislado	Sí
Tamaño motor (L)		Clase de conexión	Triángulo
Clase de rendimiento	IE3 según IEC60034-30-1	Método de refrigeración del motor	Enfriamiento de la superficie
Velocidad motor (rpm)	1.492	Material del motor	Fundición gris GG/CAST IRON
Frecuencia (Hz)	50	Operación con inversor de	FI permitido

		frecuencia permitida	
Diseñado para trabajar con variador de frecuencia	Sí	Nivel de presión acústica del Motor (dBa)	69
Voltaje de régimen (V)	400	Certificación EAC	Sí
Toma de medición de temperatura	Con	Sensor de temperatura PT100 de lado del motor	Sin
Roscado medición de vibración	Con		

Características de la bomba

Tabla 78. Características de la bomba

Caja espiral	Fundición esfero lítica ENGJS-400-15
Eje de la bomba	Acero al cromo 1.4021+QT800
Impulsor de doble entrada	CC480K DW
Caja del cojinete	Fundición gris EN-GJL-250
Revestimiento cierre del eje	Fundición esfero lítica EN-GJS-400-15
Anillo de garganta	Bronce al estaño CC493K
Anillo partido	Bronce al estaño CC493K
Casquillo protector de eje	GX120CRMO29-2 1.4138

3.3.63.1 Recepción del suministro y almacenamiento

A la recepción del suministro se verificará que:

- El embalaje no ha sufrido deterioro durante el transporte
- El material suministrado coincide con las especificaciones del pedido
- El material no ha sufrido ningún daño durante el transporte
- Junto con el material se incluye el Manual Técnico
- Para períodos cortos de almacenamiento, se protegerán las partes mecanizadas con un aceite o producto anticorrosivo.

Si el tiempo de permanencia en el almacén es más prolongado, se tomarán las precauciones necesarias para evitar la corrosión de la bomba mediante el empleo de un producto anticorrosivo, procediendo además al cierre de los orificios de aspiración e impulsión. Con una periodicidad de 15 días se girará a mano el eje para evitar posibles agarrotamientos.

Se asegurará que el motor eléctrico no queda expuesto a agentes atmosféricos no compatibles con su grado de protección que puedan producirle daños.

Antes de almacenar una bomba que recientemente ha sido instalada se procederá a su limpieza, sin utilizar productos derivados de los hidrocarburos, y posterior secado con aire.

3.3.63.2 Ejecuciones generales

Las ejecuciones de obras con materiales utilizados en las obras de este Proyecto y no analizadas específicamente en este capítulo, serán de buena calidad y con las características que exija su correcta utilización y servicio. En todo caso, el Contratista deberá seguir escrupulosamente las normas especiales que, para cada caso, señale el Director de Obra según su inapelable juicio.

3.3.63.3 Ensayo y pruebas

Se deberá realizar pruebas de todas las bombas en banco de pruebas para comprobación de caudales, presiones, revoluciones del variador y consumos de energía.

No se procederá al empleo de los materiales, sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director de las Obras y previa finalización en su caso de las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.

Todos los gastos de las pruebas y ensayos necesarios para definir las cualidades de los materiales y este Pliego de Condiciones serán abonados por el Contratista.

Podrán ser rechazados todos aquellos materiales que no cumplan las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, ateniéndose el Contratista a lo que por escrito le ordene el Ingeniero Director de las Obras.

3.3.64 Perforaciones horizontales

Se trata de la introducción en el terreno, partiendo de un pozo de ataque, de una cabeza de ataque de avance seguida de elementos de tubería. El proceso de avance, es un conjunto de excavación y empuje.

3.3.65 Materiales cuyas condiciones no están especificadas en este Pliego

Los materiales cuyas condiciones no estén especificadas en este Pliego, deberán cumplir 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.

3.3.66 Discordancia entre promotor y contrata con respecto a calidad de materiales

No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, habiéndose realizado previamente las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.

4 EJECUCIÓN Y CONTROL DE OBRAS

4.1 CONDICIONES GENERALES

4.1.1 Programa de trabajo

El programa de trabajo deberá contener una programación completa de las diversas actividades necesarias para la ejecución de las obras y será establecido en términos mensuales, de manera que las obras especiales intercaladas queden programadas individualmente.

En particular, el Programa de trabajo incluirá la definición de los siguientes conceptos auxiliares:

- Canteras o graveras para la obtención de áridos para hormigones.
- Instalaciones para la fabricación de áridos para hormigones.
- Instalaciones para la fabricación de hormigones.
- Recepción en obra del equipo de movimiento de tierras.
- Suministros de tuberías y piezas especiales.
- Instalaciones para la recepción de elementos de control.

En todo momento, durante la ejecución de las obras, en que se comprobará anticipadamente la improbabilidad de cumplir plazos parciales, el Contratista estará obligado a abrir nuevos tajos en donde fuera indicado por el Ingeniero Director.

4.1.2 Equipos

Los equipos que se empleen en la ejecución de las obras estarán sujetos a las condiciones generales siguientes:

Deberán estar disponibles a pie de obra con suficiente antelación para que puedan ser examinados y autorizados por el Ingeniero Director.

Después de autorizados por el Ingeniero Director deberán mantenerse los equipos en condiciones de trabajo satisfactorias, haciendo las reparaciones y sustituciones necesarias para ello. Deberán ser reemplazadas aquellas máquinas averiadas cuya reparación exigiera más de dos meses.

Si, durante la ejecución de las obras el Ingeniero Director observase que, por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo, los equipos autorizados no resultaran idóneos al fin propuesto y al cumplimiento del Programa de Trabajo, deberán ser sustituidos o

incrementados en número por otros que lo sean.

4.1.3 Métodos constructivos

El Contratista podrá emplear cualquier método constructivo para ejecutar las obras, distinto del que se indica en el Proyecto siempre que en su plan de obra y en el programa de trabajo lo hubiera propuesto previamente y hubiera sido aceptado por la Administración. También podrá variar los procedimientos constructivos durante la ejecución de las obras, sin más limitaciones que la autorización del Ingeniero Director, el cual la otorgará siempre que los nuevos métodos no vulnere a su criterio el presente Pliego de Condiciones, pero reservándose el derecho de exigir los métodos previos, si comprobara la menor eficacia de los nuevos.

La aprobación o autorización de cualquier método de trabajo o tipo de maquinaria para la ejecución de las obras, no eximirá al Contratista del cumplimiento de los plazos parciales y totales.

4.2 REPLANTEO

En el plazo de treinta días hábiles a partir de la notificación de la adjudicación definitiva de la obra, se iniciarán en presencia del adjudicatario o de sus representantes los trabajos de comprobación del replanteo de las obras, extendiéndose la correspondiente Acta.

Se realizará la comprobación del replanteo del Proyecto a que se refieren los Artículos 236 y 237 de la 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.

El Acta de Comprobación de Replanteo reflejará la conformidad o disconformidad que, con ocasión de la comprobación contradictoria, resultará, con referencia expresa a la interpretación de los planos sobre el terreno y a cualquier circunstancia que, en caso de disconformidad, pueda afectar al cumplimiento del contrato.

El Contratista será responsable de la conservación de los pilares, hitos, clavos, estacas y demás elementos que materialicen los vértices de triangulación, puntos topográficos y señales niveladas colocadas por la Administración, que le servirán para ejecutar sus replanteos. Este cuidará de la conservación de los mismos, reponiendo a su costa todos aquellos que sufriesen alguna modificación en el transcurso de los trabajos, comunicándolo por escrito al Director de la obra, quien ordenará la comprobación de los puntos repuestos.

Podrán sacarse más perfiles hasta conseguir la conformidad por ambas partes. Dichos perfiles transversales o el taquimétrico deducido de ellos, servirá de base para definir los volúmenes de obra.

La comprobación del replanteo llevará consigo la identificación contradictoria del conjunto de señales materializadas por la Administración sobre el terreno y el reconocimiento contradictorio por comprobación directa de sus coordenadas X, Y, Z en el sistema adoptado en los planos. En anejo debidamente formalizado se dejará constancia de las reseñas de localización de las señales y de los valores de sus coordenadas.

El Contratista al suscribir el Acta de Comprobación de Replanteo, quedará obligado a la conservación y custodia de las señales referenciadas.

Lo recogido en el Acta de Comprobación del Replanteo, constituirá el replanteo general de la obra, entendiéndose que cualesquiera otras señales u otros datos topográficos que, incluidos o no en el proyecto, hubiera facilitado previamente la Administración al Contratista, no tendrán ningún carácter contractual.

4.3 MEDIDAS A TENER EN CONSIDERACION EN EL TRAZADO

La zona regable cuanta con una extensa red de caminos tanto asfaltados como de tierra que comunican las explotaciones. Muchos trazados de las tuberías discurrirán paralelas a dichos caminos luego la maquinaria de ejecución de las obras transitará por ellos.

Sobre los caminos asfaltados se extremarán las medidas de protección y organización para no dañarlos con los transportes y las maniobras de carga y descarga de materiales, acopios de tierras procedentes de excavaciones y apoyos de maquinaria pesada para la instalación de tuberías. Sobre estos caminos asfaltados no podrá circular ni apoyarse maquinaria de cadenas.

Las retroexcavadoras giratorias a emplear en las zonas colindantes a caminos asfaltados deberán ser de ruedas, para evitar dañarlos.

En el proyecto se valoran las afecciones necesarias directas a los caminos como servicios afectados, con su completa reposición a su estado actual. Independientemente de estos servicios afectados, en caso de que no se use la maquinaria y los transportes de materiales adecuados compatibles con las características de cada camino (limitado en muchos casos a 12 tn) y se dañe su buen estado actual por negligencia, el contratista adoptará las medidas necesarias para restablecer el buen estado existente antes de las actuaciones, reparando a su cargo los desperfectos que se produzcan por este motivo de las obras.

Al ejecutarse las zanjas para la instalación de tuberías en calles de olivos, las tierras procedentes de la excavación para posterior tapado de zanjas se tendrán que acopiar entre los propios olivos, por lo que se tomarán las medidas oportunas para no dañar a los árboles con dichos acopios y su posterior retirada.

Las particularidades detectadas en el trazado de la red de riego se ejecutarán según se define a continuación:

Acceso a algunas zonas de trabajo

Si en algún tramo existe la imposibilidad de acceso a la zona de trabajo se realizarán dichos accesos. Por ejemplo, en caso de zona de bancales o para la ejecución de alguna bancada.

Esto se recoge en el presupuesto como las excavaciones asociadas a las tuberías.

Reposición de daños

Los daños ocasionados en canales, acequias en uso, arquetas, sistemas de riego, servicios básicos, etc. dentro del ancho de trabajo serán repuestos una vez realizada la ejecución de la obra. En el caso de que se trate de afecciones a servicios públicos o privados básicos, como el abastecimiento de agua potable, el contratista quedará obligado a prevenir los perjuicios que pudieran ocasionarse y a restablecer los servicios a la mayor brevedad posible.

Esto se recogerá en el capítulo de servicios afectados.

Daños a cultivos

Los daños a cultivos ocasionados por la obra, caso de cultivos leñosos, se calcularán en base a los daños reales producidos (arranque completo de olivo o sólo algún pie), valorados conforme al anejo de expropiaciones (diferencia también entre el precio del suelo con y sin árboles), siendo estos precios medios obtenidos de las últimas expropiaciones oficiales en la zona y/o acordados por la Comunidad de Regantes en su asamblea.

La ejecución de estas partidas se realizará previo consentimiento de la Dirección de la obra tras el replanteo y comprobación de las afecciones reales, a fin de realizar una valoración previa a la ejecución de las mismas.

4.4 DESBROCE Y REBAJE

La zona de implantación de las obras será despejada de árboles, maleza, escombros o de otros materiales rechazables, así como de las obras existentes no servibles. Los materiales

procedentes del desbroce serán destruidos, quemados cuando sea permitido por el Ingeniero Director o retirados del área de trabajo. Para la quema de estos materiales el contratista solicitará permiso a la Administración competente.

Posteriormente la superficie del terreno bajo todos los terraplenes o en los emplazamientos de obras de fábrica se limpiará de materia orgánica de cualquier tipo. Esta operación que consistirá en retirar como mínimo veinte centímetros de terreno se realizarán con anterioridad a cualquier excavación suplementaria que pueda ser requerida

Los productos procedentes de la limpieza del terreno serán retirados a escombreras o a tres metros al menos, fuera de los límites de las obras y su disposición se hará de manera que no pueda producirse la contaminación del terreno, dentro de dichos límites, con materia orgánica arrastrada por el agua o por el paso de vehículos o maquinaria durante el proceso normal de construcción. El Contratista realizará, a su costa, las obras u operaciones necesarias para impedir esta posibilidad.

4.5 EXCAVACIONES EN ZANJAS

El Contratista notificará al Ingeniero Director, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjás, el Ingeniero Director autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los Planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, el Director podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

También estaba obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que lo ordene el Ingeniero Director.

Se emplearán entibaciones en todas aquellas excavaciones que lo requieran.

El criterio para su utilización será la exigencia de seguridad de la obra que se ejecuta y fundamentalmente la de las personas.

Será responsabilidad del Contratista el empleo de entibaciones siempre que sea necesario, sin que su utilización dé lugar a cobro suplementario alguno sobre los precios de las unidades de excavación.

Cuando aparezca agua en las zanjas que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarias para agotarla. El agotamiento desde el interior de una cimentación deberá ser hecho de forma que evite la segregación de los materiales que han de componer el hormigón de cimentación, y en ningún caso se efectuará desde el interior del encofrado antes de transcurridas veinticuatro horas (24 h) desde el hormigonado. El Contratista someterá a la aprobación del Ingeniero Director los planos de detalle y demás documentos que expliquen y justifiquen los métodos de construcción propuestos.

En el caso de que los taludes de las zanjas, ejecutados de acuerdo con los planos y órdenes del Ingeniero Director resulten inestables, requerirán entibación y, por tanto, si da origen a desprendimientos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos, reparará los daños producidos y se responsabilizará de cualquier consecuencia de los mencionados desprendimientos.

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo el material suelto o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos apoyen sobre material cohesivo, la excavación de los últimos treinta centímetros (30 cm) no se efectuará hasta momentos antes de construir aquellos, y previa autorización del Ingeniero Director.

Los sobrecanchos de excavación si son necesarios para la ejecución de la obra deberán ser aprobados, en cada caso, por el Ingeniero Director.

El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tendrán la forma y dimensiones exigidas en los Planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados; y deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros (± 5 cm) respecto de las superficies teóricas.

4.6 EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS

La excavación en cimientos de estructuras se ejecutará de acuerdo con las especificaciones indicadas en los planos o según las instrucciones del Ingeniero Director.

El Contratista estará obligado a terminar y, cuando proceda, refinar por completo, con estricta sujeción a lo que se le indique y con los medios necesarios, las excavaciones rellenando en su caso, después de terminados los cimientos las partes que convengan. Los excesos de excavaciones sobre lo figurado en los planos no serán de abono, siendo también por cuenta del Contratista el volumen de fábrica o tierras que precise para rellenar el espacio excavado en exceso, en la forma que lo indique el Ingeniero. El Contratista entibará las excavaciones en que

por la naturaleza del terreno fueran de temer desprendimientos y cuando, por razón de seguridad o en evitación de sobre excavación excesiva, lo requiriese el Ingeniero Director.

4.7 EXCAVACIONES EN ÁREAS DE PRÉSTAMO

El Ingeniero Director, durante la ejecución de las obras, podrá ordenar la obtención de material de préstamos en zonas distintas de las previstas, siempre que así lo decidiera, bien por razón de reducir distancias de transporte o para obtener materiales de calidad superior a la de los préstamos propuestos por el Contratista.

Cuando se tomen préstamos en áreas adyacentes a los perfiles de las tuberías o caminos de servicio, el borde de la excavación no distará menos de tres metros del borde de los mismos.

Los taludes de las excavaciones en préstamos tendrán un valor razonable, aprobado por el Ingeniero Director el cual podrá, además exigir, para prevenir la acumulación de agua, el drenaje por medio de zanjas las cuales serán realizadas por el Contratista a su costa. El sistema de excavación se hará de manera que se facilite la homogeneidad de los productos excavados.

En el desmonte de préstamos el Contratista mantendrá con carácter general las mismas condiciones y precauciones que en los realizados dentro de los límites de las obras y, en particular:

- No serán visibles desde las carreteras y zonas pobladas.
- Deberán excavar de tal manera que el agua de lluvia no se pueda acumular en ellos.
- El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto.
- Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

4.8 DISTANCIA DE TRANSPORTE

La medida de la distancia de transporte se hará de acuerdo con el siguiente procedimiento:

Cuando el material procede de la excavación de las conducciones, camino de servicio o de áreas de préstamo situadas dentro de una franja de 100 metros coaxial con la conducción, la "distancia de transporte" será medida sobre el eje de la conducción, entre la proyección ortogonal del centro de gravedad del volumen sobre perfil del material excavado en una jornada de trabajo y la

proyección ortogonal, sobre el mismo eje, del centro de gravedad del volumen de material depositado en la misma jornada.

Cuando se trate de llevar productos de excavación a zona de vertidos de la franja especificada o bien de llevar al interior de la misma materiales de préstamos procedentes de áreas fuera de ella, la "distancia de transporte" se entenderá como la distancia entre el centro de gravedad del volumen, sobre perfil, del material excavado en una jornada de trabajo y el del mismo material tal como se depositó en dicha jornada, entendiéndose que dicha distancia será medida sobre la ruta practicable más corta a juicio del Ingeniero Director.

4.9 RELLENOS Y TERRAPLENES

4.9.1 En zanjas y obras de fábrica

4.9.1.1 Rellenos

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones para relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica o cualquier otra zona cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución de terraplenes

El relleno podrá ser procedente de la propia excavación en préstamos de suelos seleccionados o de material filtrante.

Los lechos de tuberías serán de arena u hormigón se adoptarán a lo que se especifica en los Artículos siguientes.

El resto de los rellenos serán seleccionados o del propio material excavado si éste es aceptable en la zona en contacto con la tubería de acuerdo con lo indicado en los planos y el resto de material excavado.

El material de relleno no contendrá piedras de tamaño superior a diez centímetros, no podrá colocarse cuando esté helado o cuando lo estén las superficies sobre las que se apoyará el material de relleno y no podrá colocarse contra muros o estructuras delgadas, en tanto el hormigón de estas no haya alcanzado la suficiente resistencia para que su estabilidad esté garantizada.

Cuando se exija la compactación de los rellenos, ésta deberá hacerse de acuerdo con las especificaciones que se siguen. Los medios a emplear para la compactación estarán, sin

embargo, limitados por las posibilidades de su uso en las zonas confinadas y por la condición de que no produzcan sobrecargas sobre la estructura que pongan en peligro su estabilidad.

La compactación de los rellenos se hará en tongadas horizontales cuyo espesor será reducido hasta el máximo compatible con los medios de compactación utilizados y con la densidad que deban ser obtenidas. Cuando el espesor de las tongadas deba disminuirse, el tamaño de las piedras no será superior a los 2/3 del espesor de la tongada una vez compactada.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del área donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución. Estas obras que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a lo previsto para tal tipo de obras en los Planos o, en su defecto, a las instrucciones del Ingeniero Director.

Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales. El espesor de estas tongadas será lo suficiente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido.

Cuando el Ingeniero Director lo autorice, el relleno junto a obras de fábrica podrá efectuarse de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma no se hallen al mismo nivel. En este caso, los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido catorce días (14 d) desde la terminación de la fábrica contigua; salvo en el caso de que el Ingeniero Director lo autorice, previa comprobación, mediante los ensayos que estime pertinente realizar, del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica.

El drenaje de los rellenos contiguos a obras de fábrica se ejecutará antes de, o simultáneamente a dicho relleno, para lo cual el material drenante estará previamente acopiado de acuerdo con las órdenes del Director.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, las superficies de las tongadas deberán tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada. El grado de compactación a alcanzar en cada tongada dependerá de la ubicación de la misma, y en ningún caso será inferior al mayor del que posean los suelos contiguos a su mismo nivel. En particular en las zanjas para tuberías el grado de compactación será del 95% del Próctor Normal.

Las zonas que, por su forma, pudieran retener agua en su superficie, se corregirán inmediatamente por el Contratista.

Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2°C); debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución deben prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

4.9.1.2 Terraplenes

Las especificaciones de este apartado se refieren a la ejecución de los terraplenes requeridos en la construcción de las diversas obras del Proyecto.

El Contratista deberá suministrar preparar, procesar, colocar y compactar si es necesario, los materiales para construcción de terraplenes y cualquier tipo de relleno permanente en las obras. A tal fin, el Contratista deberá acondicionar las fundaciones correspondientes y mantener los terraplenes y rellenos construidos hasta la recepción de las obras.

Cuando la fundación del terraplén no sea la adecuada, el Contratista excavará y retirará el material inadecuado hasta la profundidad que establezca el Ingeniero Director.

Los terraplenes serán compactados de acuerdo con las especificaciones que se indican más adelante. Los equipos de compactación deberán ser sometidos a la aprobación del Ingeniero Director con anterioridad a su llegada a la obra. El Ingeniero podrá exigir al Contratista la sustitución o complementación de estos equipos si, durante la ejecución de las obras y a la vista

de los ensayos realizados, considerase que son inadecuados o insuficientes para conseguir las densidades exigidas con unos rendimientos compatibles con los propuestos por el Contratista en su programa de trabajo.

Cuando deban ser compactados materiales con un alto contenido en limos o arcillas, los materiales se depositarán en tongadas horizontales. El espesor de cada tongada horizontal, después de la compactación, no será mayor de quince centímetros o de dos tercios de la longitud de la pata del compactador. Cuando la compactación se haga a mano o mediante pequeños compactadores mecánicos, el espesor no será mayor de diez centímetros. La operación de excavaciones de colocación de los materiales se realizará de manera que, al ser compactados, se obtenga la máxima homogeneidad, peso unitario y estabilidad posibles. Si la superficie de cualquier tongada ya compactada estuviese demasiado seca o lisa, a juicio del Ingeniero Director, para la unión adecuada con la capa de material a ser colocado, a continuación, aquella se humedecerá y/o se escarificará a satisfacción del Ingeniero Director para conseguir una superficie de unión satisfactoria con la consiguiente tongada a colocar. Todos los compactadores usados para compactar una tongada cualquiera serán del mismo tipo y del mismo peso por unidad de ancho.

Con anterioridad y durante las operaciones de compactación, los materiales tendrán un contenido de humedad no menor ni mayor del dos por ciento con respecto al contenido de humedad óptimo que se haya determinada en los ensayos. El contenido de humedad será uniforme en toda la tongada.

Mientras sea posible, a juicio del Ingeniero Director, la humectación del material se hará en el sitio de excavación completándola después, si fuese necesario, en el sitio de compactación. Si el contenido de humedad estuviese fuera de los límites especificados, la compactación no se ejecutará hasta que el material haya sido humedecido o secado hasta conseguir la humedad óptima con las tolerancias especificadas, a no ser que el Ingeniero Director lo autorice expresamente.

La compactación de materiales sin cohesión o permeables, tales como arenas y gravas, se hará en tongadas horizontales hasta la densidad relativa que se especifica más adelante. La excavación y colocación de estos materiales se hará de manera que se favorezca su homogeneidad, densidad y estabilidad. Se añadirá agua en la cantidad necesaria para obtener la densidad requerida y de acuerdo con el método de compactación utilizado. Para este tipo de materiales se eliminará todo aquél cuyo diámetro sea superior a 25 cm.

El espesor de las tongadas después de la compactación se realizará por control geométrico y no será superior a treinta centímetros, si la compactación se realiza mediante compactadores vibratorios, o de quince centímetros en caso contrario.

Cuando se compacten materiales sin cohesión conteniendo arcillas o limos, los espesores admisibles de las tongadas serán los mismos que los especificados para arenas y gravas limpias.

4.10 MATERIAL RELLENO EN LECHO DE TUBERÍAS

Preferentemente se emplearán materiales granulares para el apoyo de las conducciones. Se entienden como materiales granulares los siguientes tipos:

- Materiales monogranulares
- Materiales granulares
- Arena
- Material todo uno
- Material procedente de machaqueo

Como arena para lecho de tuberías pueden emplearse arenas y gravas de yacimientos naturales, rocas machacadas, escorias siderúrgicas apropiadas u otros productos cuyo empleo esté debidamente justificado a juicio del Ingeniero Director.

La granulometría aconsejada para el empleo como apoyo de conducciones será la siguiente:

Tabla 79. Granulometría aconsejable

TAMIZ	% QUE PASA
3/4"	100
1/2"	90
3/8"	40-70
Nº 40-15	
Nº 80-5	

Todo este árido deberá pasar por el tamiz 5 UNE.

Una vez terminada la zanja se procederá al compactado del fondo de la misma procurando dejarlo perfectamente rasanteado conforme al longitudinal del proyecto.

Las camas granulares se realizarán en dos etapas. En la primera se ejecutará la parte inferior de la cama, con superficie plana, sobre la que se colocan los tubos, acoplados y acuñaos. En una

segunda etapa se realizará el resto de la cama rellenando a ambos lados del tubo hasta alcanzar el ángulo de apoyo indicado en el proyecto.

En ambas etapas, los rellenos se efectuarán por capas del orden de 7 ó 10 cm compactadas mecánicamente. Los grados de compactación serán tales que la densidad resulte como mínimo el 95% de la máxima del ensayo Próctor Normal o bien, el 70% de la densidad relativa si se trata de material granular libremente drenante, de acuerdo con las normas UNE 103500:1994, Geotecnia. Ensayo de compactación. Próctor normal, y NLT 204/72.

4.11 CONDICIONES GENERALES PARA LOS HORMIGONES

4.11.1 Materiales

Los materiales que se empleen para la fabricación de hormigones cumplirán con las condiciones especificadas en el apartado 3.3 (condiciones técnicas de los materiales) del presente Pliego.

4.11.2 Tipos de hormigón

Todos los hormigones se tipificarán con el siguiente formato: T-R/C/TM/A

Siendo:

- T: indicativo que será HM en el caso del hormigón en masa, HA en el caso del hormigón armado y HP en el de pretensado.
- R: resistencia característica especificada en N/mm²
- C: letra inicial del tipo de consistencia (Artículo 33.5 Código Estructural).
- TM: tamaño máximo del árido en mm (Artículo 30.3 Código Estructural).
- A: designación del ambiente (Artículo 27.1.a Código Estructural)

Los tipos de hormigón a emplear en obra se definen atendiendo a la mínima resistencia característica que se les exija, entendiéndose dicha resistencia a los veintiocho (28) días en probeta cilíndrica de quince centímetros (15 cm) de diámetro por treinta centímetros (30 cm) de altura.

En cuanto a la resistencia característica especificada se recomienda emplear 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 específica del hormigón a compresión a 28 días en N/mm².

La resistencia de 20 N/mm² se limita en su utilización a hormigones en masa.

Los tipos de cementos utilizables serán los definidos en el Artículo 28 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural, para el hormigón en masa, armado o pretensado.

Los tipos de hormigón que se emplearán en las obras son los siguientes:

Tabla 80. Tipos de hormigón

Tipo de hormigón	Tipo de cemento	Mínima resistencia característica según Normas UNE-EN 12350 y 12390
HM-20	CEM II/A-W, B-W	20 N/mm ²
HA-25	CEM II/A-W, B-W	25 N/mm ²

En cada parte de la obra se utilizarán los tipos de hormigón indicados en el Proyecto o que dique el Ingeniero Director, y en general, los siguientes:

En obras varias en masa Tipo HM-20

En obras varias armadas Tipo HA-25

4.12 DOSIFICACIÓN DE LOS HORMIGONES

Las dosificaciones serán las convenidas para lograr las resistencias establecidas.

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 Artículo 43.2.1 y en la tabla 43.2.1.a del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- 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 de Obra, se podrá superar dicho límite.
- c) No se utilizará una relación agua/cemento mayor que la máxima establecida en el Artículo 43.2.1 y en la tabla 43.2.1.a del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En lo que respecta a la ejecución de la dosificación del hormigón, será de obligado cumplimiento todo lo prescrito en el Artículo 51.3.2 de Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Previamente a la colocación en obra de todo tipo de hormigón, el Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero Director las dosificaciones que se proponga emplear. Dicha propuesta la hará el Contratista sobre la base de un estudio experimental de dosificaciones sobre hormigones de prueba que, en cuanto a ensayos, deberá cumplir las siguientes condiciones:

Los hormigones de prueba serán fabricados con áridos de la misma procedencia y sometidos a los mismos tratamientos que los hormigones de obra.

Los hormigones de prueba serán fabricados utilizando el mismo tipo de instalaciones de preparación de áridos y de fabricación que se empleen en obra.

En la determinación de resistencia a compresión simple de los hormigones de prueba será preceptivo el ensayo sistemático a los siete días y el determinante de la resistencia característica a los veintiocho días, la cual deberá ser como mínimo del ciento diez por ciento de las especificadas en el apartado precedente, para que dicho ensayo se considere satisfactorio. La resistencia del hormigón se comprobará mediante ensayos de resistencia a compresión efectuados sobre probetas fabricadas y curadas según UNE-EN 12390-2:2020, Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia. La determinación de la resistencia a compresión se efectuará según UNE-EN 12390-3:2020, Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas. Será de aplicación todo lo prescrito en el Artículo 57.3.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Aprobada la propuesta de dosificaciones que, además de la cantidad de cada componente, especificarán para cada tipo de hormigón la consistencia según un índice normalizado aprobado por el Ingeniero Director se aplicarán a obra, necesariamente por peso de cada componente y habida cuenta de las variaciones de humedad de los áridos.

Las dosificaciones, en el transcurso de la ejecución de las obras, serán ajustadas a propuesta del Contratista y previa aprobación del Ingeniero Director, según lo fuera exigiendo el sistema de control que éste dispusiera con arreglo al apartado siguiente.

Las pesadas para la dosificación en obra serán hechas con precisión dentro de las siguientes tolerancias:

- Peso del cemento: $\pm 3\%$

- Peso de cualquier clase granulométrica de áridos: ± 3 %
- Peso del agua: ± 3 %

El Contratista suministrará, instalará, operará y mantendrá los equipos para dosificación del hormigón de acuerdo con estas especificaciones, incluyendo los equipos necesarios para controlar adecuadamente la cantidad de cada uno de los componentes de cada amasada.

La cantidad de cemento, arena y de los diferentes tipos de árido grueso que entran en cada amasada será controlada por pesaje y la cantidad de agua se determinará por pesaje o volumen.

El equipo para pesaje del cemento será fácilmente ajustable para compensar las variaciones a introducir por cambios en el contenido de humedad de los áridos o por cambios en las proporciones de la mezcla. Estará provisto de escalas de medida con graduaciones, al menos, cada 2,5 kg para el cemento y cada 10 kg para los áridos.

El Contratista deberá suministrar el equipo necesario para comprobar la exactitud del equipo de dosificación. A no ser que el Ingeniero Director, requiera una mayor frecuencia, el Contratista comprobará al menos una vez al mes que el equipo de dosificación cumple con las tolerancias de peso admitidas. El Contratista hará los ajustes, reparaciones o sustituciones que sean necesarios para cumplir dichas tolerancias.

Para establecer la dosificación, el constructor deberá recurrir a ensayos previos en laboratorio, con objeto de conseguir que el hormigón resultante satisfaga las condiciones que se le exigen en los Artículos 33 y 43 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En lo relativo al control de la conformidad del hormigón será de aplicación todo lo recogido en el Artículo 57 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.13 FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN

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 $\pm 3\%$. (Artículo 51.3.2.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural).

Los áridos se dosificarán en peso, teniendo en cuenta las correcciones por humedad. 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. Si

se utiliza un árido total suministrado el fabricante del mismo deberá proporcionar la granulometría y tolerancias de fabricación del mismo. 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 $\pm 3\%$. (Artículo 51.3.2.3 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural).

El agua de amasado está constituida 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 total se determinará con una tolerancia del $\pm 3\%$ de la cantidad total prefijada. (Artículo 51.3.2.4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural).

Cuando se utilicen, las adiciones se dosificarán en peso, empleando básculas y 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 (Artículo 51.3.2.5 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural).

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 del $\pm 5\%$ del peso o volumen requeridos. Esta tolerancia debe aplicarse a la carga total de cada suministro. (Artículo 51.3.2.6 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural).

La dosificación de obra se hará con la oportuna instalación dosificadora por pesada de todos los materiales, bajo la vigilancia de persona especializada y corrigiéndose la dosificación del agua con arreglo a las variaciones de humedad del árido.

En el caso de fallar la dosificadora ponderal el Ingeniero Director podrá autorizar la dosificación volumétrica de los áridos, siempre que se midan éstos en recipientes de doble altura que lado, y cuyos enrasos correspondan exactamente a los pesos de cada tipo de árido que ha de verterse en cada amasada. La dosificación del cemento se hará siempre por peso.

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.

El periodo de batidos a la velocidad de régimen será en todo caso superior a un (1) minuto e inferior a tres (3), siempre que no se empleen hormigoneras de más de un (1) metro cúbico. En caso de emplearse hormigoneras de mayor capacidad, la duración del amasado se prolongará hasta obtener la necesaria homogeneidad de acuerdo con los ensayos que se realicen al efecto.

No se mezclarán masas frescas, conglomeradas con tipos distintos de cemento. Antes de comenzar la fabricación de una mezcla con un tipo de conglomerante, deberán limpiarse las hormigoneras.

La compactación del hormigón se efectuará por vibración. La consistencia será fijada por el Director de la obra.

Tabla 81.Consistencia del hormigón

Consistencia	Tipo de compactación
Seca	Vibrado enérgico
Plástica	Vibrado normal
Blanda	Vibrado normal o picado
Fluida	Picado con barra

De acuerdo con el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural los ensayos de control de los hormigones se realizarán a los siguientes niveles:

Tabla 82.Ensayos hormigón

Hormigón HM-20	Nivel normal
Hormigón HM-25	Nivel normal

El hormigón fabricado en central llevará las siguientes especificaciones:

- 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, para hormigones designados por propiedades.

- El contenido de cemento (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 usado en masa, armado o pretensado.

En todo lo referente a designación se seguirá lo descrito en el Artículo 51.3.4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.14 TRANSPORTE Y SUMINISTRO DEL HORMIGÓN

Todo lo referente a transporte y suministro del hormigón se efectuará conforme al Artículo 51.4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

El transporte desde las hormigoneras a los puntos de puesta en obra se realizará de la manera más rápida posible, empleando métodos que impidan toda segregación, exudación, evaporación de agua o intrusión de cuerpos extraños en la mezcla, de manera 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 $\frac{2}{3}$ 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.

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.

Desde las instalaciones de fabricación de hormigón el transporte del hormigón podrá realizarse en camiones provistos o no de elementos de agitación. En el primer caso, la velocidad de agitación estará comprendida entre dos y seis revoluciones por minuto. Si se emplearan camiones desprovistos de agitadores, será preceptivo el empleo de cubas sin aristas vivas y el tiempo máximo permitido entre carga y descarga se establecerá por el Ingeniero Director a la vista de las pruebas pertinentes.

En ningún caso se permitirá la puesta en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación, así como tampoco adición de agua o de cualquier otro producto durante el transporte.

Cada carga de hormigón fabricado en central irá acompañada de una hoja de suministro (albarán) que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo los siguientes datos:

- Identificación del suministrador.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la central de hormigón.
- Identificación del peticionario.
- Fecha y hora de entrega.
- Cantidad de hormigón suministrado.
- Designación del hormigón según se especifica en el Código Estructural. En el caso de designación por propiedades, deberá contener siempre la resistencia a compresión, la consistencia, el tamaño máximo del árido y el tipo de ambiente al que va a ser expuesto. En el caso de designación por dosificación, deberá contener siempre la dosificación de cemento (en kg/m³), la consistencia, el tamaño máximo del árido y el tipo de ambiente al que va a ser expuesto. En su caso, estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Dosificación real del hormigón que incluirá, al menos:
 - * en los ambientes XC3, XC4, XD, XS, XF, XA y XM se incluirá la referencia recogida en el apartado 13 de la declaración responsable contenida en el apartado 1.1.6 del anejo 4 del Código Estructural,
 - * tipo y contenido de cemento,
 - * relación agua/cemento,
 - * contenido en adiciones, en su caso,
 - * tipo y cantidad de aditivos,

- * identificación completa del cemento, aditivos y adiciones empleados,
- * Identificación del lugar de suministro,
- * Identificación del camión que transporta el hormigón,
- * Hora límite de uso del hormigón.

El suministrador de hormigón aportará al final del suministro un certificado final de suministro, en el que se recogerán la totalidad de los materiales suministrados conforme el modelo del anejo nº 4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.15 PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN

La puesta en obra del hormigón se realizará siguiendo las prescripciones del Artículo 52 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

El hormigón no podrá ser colocado en obra antes de que todos los encofrados, la preparación de las superficies de fundación, las armaduras elaboradas y todas las partes que deben quedar embebidas en el hormigón hayan sido aprobadas por el Ingeniero Director.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado.

El hormigón será colocado, normalmente, en capas horizontales que deberán ser mantenidas al mismo nivel. Se deberá evitar que el hormigón deslice hacia abajo, a lo largo de superficies inclinadas, directamente hasta su posición final. En el vertido y colocación se evitará la disgregación de la mezcla.

El hormigón en obra será descargado verticalmente sin tocar el encofrado. Entre el punto de descarga y su posición final, no será dejado caer desde alturas libres superiores a 2 metros salvo aprobación por la Dirección Facultativa. Las cintas transportadoras de otros sistemas de descarga y colocación del hormigón deberán estar diseñadas de manera que no se produzca segregación o pérdidas de mortero y deberán estar provistas, al final, de un tramo cónico vertical o de otro medio de manera que, al final, se produzca la descarga vertical del hormigón.

En caso de utilizar bomba de hormigón en la colocación de éste, la extremidad del tubo de alimentación deberá ser mantenida sumergida en el hormigón durante el proceso de colocación con el fin de ayudar a su compactación.

No se colocarán tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

Inmediatamente antes de la colocación del hormigón, todas las superficies de fundación sobre las que se colocará el hormigón estarán libres de agua, lodo o material objeccionable. Si las superficies sobre las que se colocará el hormigón pudiesen absorber humedad, deberán ser humedecidas de manera que se impida la absorción del agua de composición del hormigón.

El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido en el que se tendrán en cuenta las deformaciones previsibles en encofrados y cimbras.

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas de forma que se eliminen los huecos y se efectúe un correcto cerrado de la masa sin que llegue a producirse segregación. La compactación se prolongará hasta que el aire salga a la superficie. Cuando se utilicen vibradores de superficie el espesor de la capa después de compactada no será mayor de 20 cm.

El revibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte de la Dirección Facultativa.

Se definen como juntas de construcción en el hormigonado las superficies de hormigón sobre o contra las que el hormigón ha de ser colocado, a las que el nuevo hormigón debe adherirse y que han alcanzado un grado de dureza tal que el nuevo hormigón no puede incorporarse íntegramente al colocado previamente.

Las superficies de las juntas de construcción deberán estar limpias, rugosas y secas en el momento de ser cubiertas por el hormigón fresco. La limpieza consistirá en la retirada de toda lechada, hormigón suelto, o defectuoso, arena, productos de curado u otras sustancias extrañas. Las superficies de todas las juntas de construcción serán lavadas con chorro de arena o con chorro de agua y aire y serán secadas con anterioridad a la colocación del nuevo hormigón. El secado de la superficie podrá ser hecho mediante chorro de aire. El procedimiento de limpieza utilizado no deberá producir alteraciones apreciables en la adherencia entre la pasta y el árido grueso. Se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

Se prohíbe hormigonar directamente sobre superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas. Deberán eliminarse previamente las partes dañadas por el hielo.

Las superficies de las juntas de dilatación estarán limpias y libres de material extraño, lechada o concreciones de hormigón y serán protegidas por medio de una capa de un producto para curado que cumpla las especificaciones que se han dado anteriormente. Se mantendrá una atención especial para no poner en contacto estos productos con las juntas premoldeadas.

Las superficies de todo material duro, sobre o contra el que habrá que colocar hormigón, estarán limpias y excepto en aquellos casos en los que las filtraciones hagan imposible el secado de la superficie, serán humedecidas y llevadas después a una condición de superficie seca. Las

superficies que puedan absorber agua y que sean horizontales o casi horizontales serán cubiertas con una capa de mortero de cemento de, aproximadamente, un centímetro de espesor, antes de proceder a la colocación del hormigón. El mortero tendrá las mismas proporciones de agua, aireante, cemento y arena que el del hormigón, a no ser que el Ingeniero Director especifique otras dosificaciones. La relación agua-cemento del mortero no será mayor que la del hormigón y su consistencia será adecuada para permitir su colocación. El mortero será extendido y trabajado de modo que se introduzca en todas las irregularidades. El hormigón será colocado inmediatamente después, sobre el mortero todavía fresco.

Esta capa de mortero no se colocará sobre las juntas de contracción. En estos casos se empezará con una mezcla de árido de dos centímetros, una relación agua- cemento de 0,47, en peso y un "slump" máximo de 10 cm. Esta mezcla será extendida con un espesor entre tres y siete centímetros.

El reamasado del hormigón no será permitido. Cualquier hormigón cuya adecuada colocación no pueda ser asegurada debido a su endurecimiento, será rechazado.

El hormigón se depositará en todos los casos tan cerca como sea posible de su posición final. Se emplearán métodos y equipos de manera que no se produzca segregación del agregado grueso. En el caso de que se produzca separación de la masa de hormigón de grupos de partículas de agregado grueso estas serán dispersadas antes de que el hormigón sea vibrado. Se permitirá la utilización del vibrador para introducir en la masa del hormigón algunas piezas individuales de árido grueso que se hayan segregado.

Cuando la colocación del hormigón se termine con juntas inclinadas, el Contratista consolidará el hormigón en tales juntas de tal manera que consiga una superficie razonablemente uniforme y estable.

Los hormigones serán colocados en capas continuas aproximadamente horizontales cuyo espesor no estará entre 30 y 60 centímetros. En cualquier caso, el Ingeniero Director podrá exigir espesores menores si, a su juicio, el hormigón no puede ser colocado en un espesor de 30 centímetros con una consolidación adecuada.

Todas las intersecciones de juntas de construcción con las superficies vistas de hormigón serán hechas rectas y verticales u horizontales.

Para la colocación de hormigones no encofrados con pendientes que hagan impracticable la vibración del hormigón, este será colocado con ayuda de un reglón deslizante de, por lo menos, 75 centímetros de ancho. El hormigón será consolidado mediante vibradores internos con objeto de asegurar el relleno completo bajo el encofrado deslizante.

El hormigón será consolidado hasta la máxima densidad posible, sin que se formen bolsas de agregados gruesos y de manera que se ajuste perfectamente a las superficies de los encofrados o de los materiales embebidos. La consolidación de los hormigones en estructuras se hará por medio de vibradores internos, eléctricos o neumáticos. Para los vibradores de tipo interno la velocidad no será inferior a 7.000 revoluciones por minuto.

Al compactar una tongada de hormigón, el vibrador se mantendrá en posición casi vertical y será sumergido hasta volver a vibrar la parte superior de la tongada subyacente. Cada tongada de hormigón no será colocada hasta que las anteriores no hayan sido completamente consolidadas. El proceso de compactación debe prolongarse junto a los fondos y paramentos de los encofrados y especialmente en los vértices y aristas sin que el vibrador llegue a entrar en contacto con ellos, hasta eliminar todas las posibles coqueras.

4.16 TEMPERATURA DEL HORMIGONADO

La puesta en obra del hormigón en condiciones climáticas especiales se regirá por las prescripciones del Artículo 52.3 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

El hormigón no podrá ser puesto en contacto con la tierra o el encofrado helados ni con la nieve, el hielo o la escarcha que recubran la tierra, el encofrado o las armaduras. El hormigón no podrá ser fabricado tampoco con materiales helados.

El hormigonado podrá hacerse bajo condiciones climatológicas frías siempre que se adopten las precauciones necesarias que aseguren que la temperatura de masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado no sea inferior a 5°C.

Se prohíbe verter hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0°C.

Se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

Si es necesario hormigonar en tiempo de heladas, se tomarán las medidas para garantizar que durante el fraguado y primer endurecimiento no se producen deterioros locales en los elementos correspondientes ni mermas permanentes apreciables en las características resistentes del material.

El empleo de aditivos aceleradores de fraguado o aceleradores de endurecimiento o de cualquier producto anticongelante específico para el hormigón, requerirá una autorización expresa de la

Dirección Facultativa. Nunca podrán utilizarse productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contienen ión cloro.

Se entiende por tiempo frío el período durante el cual existe durante más de tres días, las siguientes condiciones:

- La temperatura media diaria del aire es inferior a 5°C.
- La temperatura del aire no supera los 10°C durante más de la mitad del día.

Previamente al comienzo del hormigonado con condiciones climatológicas frías, el Contratista deberá obtener la aprobación, del Ingeniero Director, de las precauciones que propone emplear contra los efectos de las bajas temperaturas.

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. 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 deseeque.

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.

Se entiende por tiempo caluroso aquel en que se produzca cualquier combinación de altas temperaturas, baja humedad relativa y alta velocidad del viento que tiendan a empeorar la calidad del hormigón o que puedan conferir propiedades no deseadas.

Se asegurará que la temperatura del hormigón en el momento de vertido sea inferior a 35°C en el caso de estructuras normales, y menor que 15°C en el caso de grandes masas de hormigón.

Se tomarán medidas especiales para evitar retracciones plásticas cuando la evaporación superficial sea superior a 1 kg/m²/h, lo que puede producirse cuando se den las siguientes condiciones:

Tabla 83. Condiciones especiales

Temperatura atmosférica (°C)	Velocidad del viento (km/h)	Humedad relativa (%)
	10	≤35

Temperatura atmosférica (°C)	Velocidad del viento (km/h)	Humedad relativa (%)
40	25	≤45
	40	≤55
35	25	≤25
	40	≤35

Si, a juicio del Ingeniero Director, las condiciones climatológicas son tales que la temperatura del hormigón pudiera sobrepasar dicho límite, podrá exigir la suspensión del hormigonado a no ser que el Contratista adopte medios efectivos de enfriamiento, sujetos a la aprobación del Ingeniero Director, tales como:

- Enfriar el agua de amasado o reemplazar una parte del agua por hielo, el cual deberá quedar completamente fundido al final del amasado.
- Regar con agua fría los depósitos de áridos. El Contratista deberá tener en cuenta en este caso las variaciones de humedad que dicho riego supone a efectos de modificar la cantidad de agua a añadir durante la fabricación del hormigón.
- Hormigonar, durante la noche.
- Mojar y proteger del sol el exterior del encofrado.

4.17 CURADO DEL HORMIGÓN

El curado de las obras de hormigón se hará de acuerdo con las especificaciones del Artículo 52.5 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. El Contratista suministrará todos los materiales para el curado de los hormigones.

Durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado. Éste se prolongará el tiempo necesario en función del tipo y clase de cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc.

Los principales métodos para el curado del hormigón son los siguientes:

- Protección con láminas de plástico.
- Protección con materiales humedecidos (arena, paja...).
- Riego con agua.

- Aplicación de productos de curado que formen membranas de protección.

Estos métodos pueden usarse separadamente o en combinación. Los métodos en los que se añade agua producen una estructura de poros más densa que los métodos que sólo impiden la desecación del hormigón.

El agua a aportar en el riego tendrá las calidades exigidas en el Artículo 29 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Los métodos que impiden la desecación del hormigón no contendrán propiedades nocivas para el hormigón.

Las juntas de construcción podrán ser curadas por cualquiera de los métodos indicados.

Si se utiliza un producto de curado, este será completamente removido antes de colocar el hormigón sobre o contra las juntas de construcción.

Las superficies horizontales no encofradas serán humedecidas mediante la utilización de un material saturado de agua o por cualquier otro medio efectivo aprobado por el Ingeniero Director y colocado sobre ellas tan pronto como el hormigón haya endurecido lo suficiente para prevenir su daño por el agua. Estas superficies y las superficies encofradas serán mantenidas húmedas completa y continuamente hasta que se proceda a retirar los encofrados, procurando introducir el agua entre la superficie del hormigón y el encofrado. Después del desencofrado el curado del hormigón se continuará en la forma especificada en los apartados siguientes:

Curado del hormigón mediante agua

El curado del hormigón con agua se hará manteniendo húmeda la superficie del hormigón hasta, al menos 14 días después de hormigonado excepto en el caso de que sea necesario colocar un nuevo hormigón sobre o contra la superficie de hormigón en proceso de curado, en cuyo caso dicho proceso será interrumpido inmediatamente antes de colocar el nuevo hormigón.

El periodo de curado del hormigón especificado podrá ser reducido a seis días en el caso de que la temperatura media diaria en la zona sea menor de 5 grados centígrados. Cuando existan riesgos de heladas, el proceso de curado será interrumpido.

La superficie de hormigón será mantenida húmeda cubriéndola con un material saturado de agua, mediante el empleo de un sistema de tuberías perforadas, aspersores o cualquier otro método mediante el cual se mantengan húmedas las superficies de hormigón de una manera continua y no sólo periódica.

Curado del hormigón mediante un producto de curado

El curado por este método consistirá en la aplicación de una película sobre la superficie de hormigón que impida la evaporación del agua de composición del hormigón. El producto a emplear por el curado por este método será un producto comercial de calidad aprobada por el Ingeniero Director, que, una vez extendido, produzca una película continua de calidad y consistencia uniforme y de color blanco.

El producto de curado será extendido de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. La cantidad a emplear no será inferior a un litro por cada 3,5 m² para superficies lisas; para superficies rugosas, la cantidad a emplear por metro cuadrado se aumentará de manera que se consiga una membrana de espesor mínimo equivalente al requerido para superficies lisas.

La reparación de todas las imperfecciones en las superficies de hormigón no se hará hasta después de extendido el producto de curado. Después de que la membrana adquiera una consistencia seca, se harán las reparaciones en el hormigón y una vez terminadas estas se humedecerán y se extenderá la membrana de curado sobre ellas.

El equipo y los métodos para aplicación de la membrana para curado estarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del producto de curado y será aprobado por el Ingeniero Director. El Contratista deberá preservar la membrana de daños producidos por el tráfico u otras causas hasta 28 días después de su extensión. En el caso de que no sea posible evitar el tráfico sobre las superficies dentro de dicho periodo, la membrana se protegerá mediante una capa de arena de, al menos, 3 centímetros de espesor u otro método aprobado por el Ingeniero Director. Cualquier área de la membrana dañada dentro de los 28 días especificados será reparada inmediatamente de una manera aprobada por el Ingeniero Director.

4.18 TOLERANCIAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE HORMIGONES

Las desviaciones permitidas de las secciones de hormigón con respecto a las alineaciones, rasantes, cotas, planos o dimensiones mostradas en los planos o especificadas por el Ingeniero Director son definidas como "tolerancias" y deben ser diferenciadas de las irregularidades en la terminación de los hormigones.

Las irregularidades en la superficie de los hormigones se clasifican en "abruptas" y "graduales". Los salientes o resaltos originados por desplazamientos de los encofrados o por defectos de los encofrados serán consideradas como irregularidades abruptas. Las restantes irregularidades serán consideradas como graduales y serán comprobadas mediante una regla con una de sus aristas con la forma correspondiente a las superficies a comprobar. La longitud de la regla será de 1,50 metros para la comprobación de las superficies encofradas y de 3 metros para la comprobación de las superficies no encofradas.

La ejecución del encofrado y del hormigonado deberá ser tal que el hormigón no requiera normalmente ningún tipo de acabado adicional para dejar las superficies perfectamente compactas, lisas y sin irregularidades.

Cuando una tolerancia determinada no figure en estas especificaciones, las desviaciones permisibles deberán ser interpretadas conforme a los valores dados en este articulado para obras similares.

El Contratista será responsable del replanteo, instalación y mantenimiento de los encofrados en las condiciones y con la exactitud necesaria para asegurar que la determinación de las obras de hormigón esté de acuerdo con las tolerancias especificadas. Las obras que no cumplan estas condiciones serán reparadas o removidas y reemplazadas por el Contratista a su costa y a satisfacción del Ingeniero Director.

Las tolerancias admisibles en estructuras serán las siguientes:

- Variaciones con respecto a las alineaciones establecidas: 12,5 milímetros.
- Variaciones con respecto a las rasantes establecidas: 12,5 milímetros.
- Variaciones con respecto a la vertical o a las inclinaciones establecidas en cualquier punto:
 - o En superficie vistas y medidas sobre una longitud de 3 metros: 12,5 milímetros
 - o En superficie no vistas y medidas sobre una longitud de 3 metros: 25 milímetros

Las tolerancias en las armaduras de los hormigones serán las siguientes:

- Variación en el espesor del recubrimiento con respecto a los establecidos, excepto losas de pasos superiores:
 - o Para espesores menores de veinte centímetros: 5 milímetros.
 - o Para espesores entre veinte y cuarenta centímetros: 10 milímetros.
 - o Para espesores mayores de cuarenta centímetros: 15 milímetros.
- Variaciones con respecto a la separación.

No se admitirán variaciones en menos para el número de redondos por metro lineal o para la cuantía de armaduras por m³ de armaduras.

4.19 CONTROL DEL HORMIGÓN

En el caso de que el suministrador de hormigón posea Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente, para la elaboración de hormigón y sus componentes cumplan lo especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario laboratorio representante de la empresa ejecutora tomará las muestras que considere oportunas de las plantas de hormigón del adjudicatario para realizar dicho control.

La conformidad de un hormigón con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en obra, e incluirá su comportamiento en relación a:

- La docilidad
- La resistencia
- La durabilidad

Todo el control del hormigón se efectuará conforme al Artículo 57 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La toma de muestras se efectuará conforme a la UNE-EN 12350-1:2020, Ensayos de hormigón fresco. Parte 1: Toma de muestras y aparatos comunes, pudiendo estar presente la Dirección Facultativa, el Constructor y el Suministrador o sus representantes.

La toma de muestras se efectuará en el punto de vertido del hormigón, a la salida de éste del correspondiente elemento de transporte y entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ de la descarga.

El representante del laboratorio levantará un acta, suscrita por todos los representantes y cuyo contenido se recoge en el Anejo nº 4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Las comprobaciones de las especificaciones para el hormigón endurecido se llevarán 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.

4.19.1 Ensayos de docilidad del hormigón

La docilidad del hormigón se comprobará mediante la determinación de la consistencia del hormigón fresco por el método de asentamiento según UNE-EN 12350-2:2020, Ensayos de hormigón fresco. Parte 2: Ensayo de asentamiento.

El control de la conformidad de la docilidad del hormigón durante el suministro queda definido en el Artículo 57.5.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La realización de los ensayos será conforme al Artículo 57.5.2.1 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Se considerará conforme cuando los valores obtenidos de los ensayos se encuentren Se considerará conforme cuando el asentamiento obtenido en los ensayos se encuentre dentro de los límites definidos en la tabla 57.5.2.2. del Código Estructural en estos límites:

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

Ilustración 12. Tolerancias para la consistencia del hormigón

4.19.2 Ensayos de resistencia del hormigón

La resistencia del hormigón se comprobará mediante ensayos de resistencia a compresión efectuados sobre probetas fabricadas y curadas según UNE-EN 12390-2:2020, Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.

La determinación de la resistencia a compresión se efectuará según UNE-EN 12390-3:2020, Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.

Los ensayos de comprobación del hormigón serán realizados sobre probetas cilíndricas de 15 x 30 cm, de hormigón endurecido, para cada tipo de hormigón los cilindros de ensayo deberán ser fabricados por el Contratista cuando la Dirección Facultativa lo ordene.

Los ensayos de resistencia del hormigón se realizarán conforme al Artículo 57.3.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Los criterios de aceptación para la resistencia del hormigón serán los recogidos en el Artículo 57.5.3 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural, y el control estadístico de la resistencia del hormigón durante el suministro será acorde al Artículo 57.5.4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

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 del Código Estructural, salvo excepción justificada bajo la responsabilidad de la Dirección Facultativa.

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 ≥ V/35 N ≥ 3	N ≥ V/105 N ≥ 1
Cimentaciones superficiales con elementos de volumen inferior a 200 m ³	100 m ³	1 semana		N ≥ 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 ≥ 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 ≥ V/30 N ≥ 3	N=1
Pilares y muros portantes de edificación	100 m ³	2 semanas	500 m ² de superficie construida (1) 2 plantas (**)	N ≥ 3	N=1
Pilas y estribos de puente (con encofrado convencional)	50 m ³	1 día	1 pila / 1 estribo	N ≥ 3	N=1
Pilas de puente construidas por trepado y deslizado	100 m ³	2 días	1 pila	N ≥ V/20 N ≥ 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 ≥ V/20 N ≥ 4	N ≥ V/60 N ≥ 1
Tableros construidos por fases(***)	600 m ³		1 fase	N ≥ V/ 30 N ≥ 4	N ≥ V/90 N ≥ 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 ≥ 3	N=1
Soleras de túneles	100 m ³	1 día	1 fase	N ≥ 3	N=1
Contrabóvedas de túneles	100 m ³	1 día	1 fase	N ≥ 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.

Ilustración 13. Tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia y número de amasadas a ensayar por lote (N)

El número de lotes no será inferior a 3.

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 el Artículo 57.5.4.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Los criterios de aceptación o rechazo de la resistencia del hormigón quedan definidos en el Artículo 57.5.4.3 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.19.3 Ensayos de penetración de agua en el hormigón

La comprobación de la profundidad de penetración de agua bajo presión en el hormigón, se ensayará según UNE-EN 12390-8:2020, Ensayos de hormigón endurecido. Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión. 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 $50\pm 5^{\circ}\text{C}$.

El Contratista deberá llevar un registro de todos los resultados de los ensayos de hormigón y deberá relacionar estos resultados a las partes de las obras o las que representan. El Contratista facilitará al Ingeniero Director el acceso inmediato a todos los registros en el momento en que éste lo solicite.

4.20 JUNTAS DE HORMIGONADO

Las juntas se construirán donde se indica en los planos o allí donde lo aprobese expresamente el Ingeniero Director.

Las juntas de construcción y dilatación se colocarán en puntos previamente estudiados coincidentes con el final de la jornada de trabajo o tajo, acabando el recubrimiento en un plano vertical. Al comenzar a hormigonar de nuevo la superficie del hormigón endurecido se preparará limpiándola con agua y aire, picándola si fuese preciso y cubriéndola luego a brocha con una capa delgada de lechada de cemento inmediatamente antes de proceder al hormigonado. A continuación, y en su parte inferior se colocará una plancha de poliestireno o similar. Una vez dejado endurecer el hormigón se procederá al sellado de la junta limpiándola mediante aire a presión y dándole una mano de pintura asfáltica.

El Contratista adoptará las precauciones necesarias para proteger las juntas durante la ejecución de las obras y reparará, a su costa, las juntas que resulten dañadas o en las que se compruebe

que no proporcionan la impermeabilidad necesaria. Las juntas serán protegidas de aceites, grasas o de productos de curado del hormigón.

En las juntas indicadas en los planos o en la que lo ordene el Ingeniero Director, se colocará un elemento separador entre hormigones formado por esponja de caucho. La carga necesaria para comprimir una muestra de este material al 50% de espesor deberá estar comprendida entre 3 y 10 Kg/cm². La esponja de caucho se almacenará preferiblemente a menos de 20°C de temperatura.

4.21 PINTURAS ANTICORROSIVAS Y GALVANIZADO

Se aplicará pintura anticorrosiva a los elementos metálicos de estructuras, carpintería metálica, tuberías metálicas, piezas especiales como codos, reducciones, etc.

La protección anticorrosiva en elementos que no sean tuberías consistirá en una preparación de la superficie metálica, una capa de imprimación anticorrosiva a base de silicato de zinc con un espesor no inferior a 50 µ y una capa de pintura de esmalte.

Para la capa intermedia y de acabado se dispondrá una pintura a base de un esmalte epoxi sintético brillante con un rendimiento de 10 m²/l. La Dirección facultativa seleccionará el color a aplicar.

A las piezas procedentes de taller de calderería y tuberías de acero se les podrá exigir el proceso indicado en el epígrafe 3.3.48.

El control del granallado se realizará según norma UNE- EN ISO 8501-1:2008, Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados después de eliminar totalmente los recubrimientos anteriores. (ISO 8501-1:2007).

El control del espesor de pintura se efectuará según la norma UNE-EN-ISO 2808:2020, Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película. (ISO 2808:2019).

También se efectuará un ensayo de adherencia de la pintura según norma UNE-EN-ISO 2409:2021, Pinturas y barnices. Ensayo de corte por enrejado. (ISO 2409:2020).

Las demás superficies se limpiarán de óxido de calamina no adherente, mediante picado y rascado de las mismas, y, si fuera preciso, mediante chorro de arena.

Todas las superficies a las cuales se les haya dado una primera capa de pintura serán cuidadosamente rascadas con cepillo.

Para eliminar el polvo y residuos producidos por el raspado con cepillo metálico, se utilizarán brochas o cepillos de material vegetal o similar, o eliminadores de aire comprimido.

En el caso en que el cepillado resulte insuficiente para la obtención de una superficie satisfactoria, podrá ser ordenado por el Ingeniero Director cualquier otro procedimiento de preparación de superficies a pintar: chorro de material abrasivo, limpieza con soplete o lámparas de soldadura, etc.

Antes de aplicar la pintura, bien en taller o en obra, se dará cuenta a la Dirección de Obra con tiempo suficiente para que ésta pueda comprobar el estado de limpieza de las chapas y de las superficies a pintar.

La aplicación de capas sucesivas se efectuará teniendo en consideración el tiempo de secado y endurecimiento de cada una de ellas, y no se dará en ninguno de los casos, una capa de pintura sobre otra que no está perfectamente seca.

No se pintará sobre una superficie húmeda, ni se aplicará pintura a la intemperie en tiempo lluvioso o brumoso.

La galvanización de los elementos que lo precisen se hará en caliente por inmersión y en continuo.

4.22 ENCOFRADOS Y MOLDES

En todo lo referente a la ejecución de encofrados y moldes, se seguirán las prescripciones recogidas en el Artículo 48.3 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

El Contratista suministrará e instalará todos los encofrados necesarios para confinar y dar forma al hormigón de acuerdo con las líneas mostradas en los planos o establecidas por el Ingeniero Director. Todos los encofrados a emplear en las obras y los procedimientos de colocación deberán ser aprobados por el Ingeniero Director. El Contratista presentará los planos de detalle y métodos de soporte, con anterioridad a su construcción. La aprobación de los encofrados por el Ingeniero Director no eximirá al Constructor de su responsabilidad con respecto a la seguridad y calidad de los encofrados.

Los encofrados deberán ser lo suficientemente robustos para soportar las cargas producidas por la colocación y vibración del hormigón. El sistema de soporte y los propios encofrados deberán permanecer, rígidamente en sus posiciones hasta que el hormigón haya endurecido suficientemente para sostenerse por sí mismo. Los encofrados deberán ser lo suficientemente herméticos para impedir pérdidas de lechada.

A menos, que se especifique lo contrario, se colocarán biseles de dos por dos centímetros en las esquinas de todos los encofrados con el fin de obtener bordes biselados en las superficies expuestas permanentemente.

En los encofrados susceptibles de movimiento durante la ejecución, como los encofrados deslizantes, la dirección Facultativa podrá exigir que el Constructor realice una prueba en obra sobre un prototipo que permita evaluar el comportamiento durante la fase de ejecución.

Los límites de tolerancia que se han impuesto para los hormigones anteriormente, no constituyen tolerancias para los propios encofrados. Dichos límites se establecen únicamente para tener en cuenta errores inadvertidos. Se prohibirá la utilización de procedimientos que, a juicio del Ingeniero Director, produzca irregularidades, aunque estos se encuentren dentro de las tolerancias admitidas.

Cuando los encofrados sean de madera deberán humedecerse previamente para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Las piezas de madera se dispondrán de manera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos anormales.

Cuando la luz de un elemento sobrepase los 6 m, si el sistema de encofrado lo admite, se recomienda disponer los encofrados o moldes de manera que, una vez retirados y cargada la pieza, ésta presente una ligera contraflecha (del orden de 1/1000 L).

Cuando se utilicen elementos metálicos embebidos en el hormigón para sostener los encofrados, estos deberán estar localizados a una distancia no menor de 5 cm de cualquier superficie expuesta al agua y de 2 cm en caso contrario. Los huecos que dejen los sujetadores de los encofrados a estos elementos metálicos deberán ser regulares y estar regularmente separados.

Las clases de terminación de las superficies encofradas se designan con los símbolos F1, F2, F3.

La terminación F1 se aplicará a superficies encofradas que quedarán cubiertas con material de relleno u otros hormigones. Estas superficies no requerirán ningún tipo de tratamiento después del desencofrado excepto para reparación del hormigón defectuoso y el relleno de huecos producidos al retirar los elementos de sujeción del encofrado. La corrección de irregularidades

en la superficie se hará solamente para depresiones y solo para aquellas que, cuando son medidas con la regla de 1,50 m. de longitud resultan ser mayores de 25 milímetros.

La terminación F2 se aplicará a aquellas superficies encofradas en contacto con el agua. Las irregularidades, medidas con la regla de 1,50 metros no serán mayores de 20 milímetros para irregularidades graduales. Sólo se permitirán las abruptas cuando sean menores de 5 milímetros y cuando, a juicio del Ingeniero Director, estas se produzcan de una manera esporádica.

La terminación F3 se aplicará a aquellas superficies encofradas no incluidas en los casos anteriores. Las irregularidades medidas tal como se ha descrito anteriormente no serán mayores de 5 milímetros para las irregularidades abruptas ni de 35 milímetros para las irregularidades graduales.

Limpieza de los encofrados

En el momento de la colocación de la mezcla, las superficies de los encofrados deberán estar libres de incrustaciones, de mortero, lechada o cualquier otro material extraño que pueda contaminar al hormigón o que pueda afectar al acabado de la superficie de hormigón. Antes de colocar el hormigón, las superficies de los tableros deberán cubrirse con una capa de aceite mineral o de un producto, aprobado por el Ingeniero Director, que evite la adherencia con el hormigón pero que no manche la superficie de este. Se evitará el contacto del producto con las armaduras de los hormigones o sobre estos mismos cuando vayan a estar en contacto con una nueva capa de hormigón.

El Contratista podrá utilizar los mismos encofrados si, después de cada uso, han sido reparados y limpiados de forma adecuada, a juicio del Ingeniero Director, para obtener los acabados especificados.

4.23 DESENCOFRADO, DESMOLDADO Y DESCIMBRADO

Se respetará todo lo indicado en los Artículos 53.1 y 53.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Los encofrados podrán retirarse parcialmente tan pronto como el hormigón haya endurecido lo suficiente para que no se produzcan daños superficiales al retirar los encofrados y haya adquirido la resistencia suficiente para sostener su propio peso y el de cualquier otra carga que pueda superponerse.

El Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero Director, los lapsos de tiempo, procedimientos y secuencias para la retirada de los encofrados. Esta aprobación no exime al

Contratista de la responsabilidad de reparar, a su costa, cualquier daño producido por la retirada del encofrado.

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 tendrá 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.

Los moldes, encofrados, apeos o 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 descimbado.

Los plazos de desapuntado o descimbado indicados en el Artículo 53.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural, solamente podrán modificarse si el Constructor redacta un plan acorde con los medios materiales disponibles, debidamente justificado y estableciendo los medios de control y seguridad apropiados. Todo ello lo someterá a la aprobación de la Dirección Facultativa.

4.24 PRODUCTOS DESENCOFRANTES

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 referido.

4.25 ARMADURAS

Los procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras pasivas se regirán por todo lo indicado en el Artículo 49 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.25.1 Despiece

Se prepararán unas planillas de despiece de armaduras de acuerdo con los planos de proyecto firmados por una persona física responsable del mismo en la instalación de la 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 sí como la identificación de los elementos a los que están asignadas.

En ningún caso las formas de despiece podrán suponer una disminución de la sección de acero.

Debe evitarse el empleo simultáneo de aceros con diferente designación.

4.25.2 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 Artículo 49.2.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La máxima variación que se produzca para la deformación bajo carga máxima deberá ser inferior al 2,5%.

La variación de altura de corruga deberá ser inferior a 0,05 mm en el caso de diámetros inferiores a 20 mm.

4.25.3 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...) o maquinaria específica de corte automático.

El proceso de corte no deberá alterar las características geométricas o mecánicas de los productos de acero empleados.

4.25.4 Doblado

Las armaduras se doblarán ajustándose a los planos del proyecto. Como norma general, esta operación se realizará a temperatura ambiente mediante dobladoras mecánicas y a velocidad constante y con la ayuda de mandriles de modo que la curvatura sea constante, no admitiéndose ninguna excepción en el caso de aceros endurecidos por deformación en frío o sometidos a tratamientos térmicos especiales. Únicamente en el caso de acero ordinario, para barras de diámetro igual o superior a veinticinco milímetros se admitirá el doblado en caliente, sin alcanzar la temperatura del rojo cerezo claro (unos ochocientos grados centígrados) y dejando enfriar lentamente las barras calentadas.

El diámetro mínimo de los mandriles a emplear se detalla en la tabla 49.3.4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. El control de calidad se realizará a nivel normal.

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

Ilustración 14. Diámetro mínimo de los mandriles

4.25.5 Armado de la ferralla

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial. Se dispondrá de acuerdo con las indicaciones de los planos, sujetas entre si y al encofrado de manera que no puedan experimentar movimientos durante el vertido y compactación del hormigón y permitan en este envolverlas sin dejar coqueras. En cualquier caso, el atado entre la armadura principal, la secundaria y los cercos será alternativo dejando por tanto solamente uno sin atar, entre cada dos cruces consecutivos.

Se respetarán meticulosamente las indicaciones de los planos relativas a distancia entre armaduras y entre éstas y los paramentos. En los casos no especificados o dudosos, se

adoptarán los valores indicados al afecto en el Artículo 49.4 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.25.6 Anclaje de la armadura

Los anclajes de las armaduras se ajustarán a las indicaciones de los planos. Cuando se utilicen ganchos, éstos tendrán un radio interior mínimo igual a dos veces y media el de la propia barra, en los aceros ordinarios, e igual a tres veces y media en los aceros de alta adherencia. Las patillas se doblarán con idénticos valores mínimos.

Los anclajes especificados en los planos o dudosamente definidos, se ejecutarán de acuerdo con las indicaciones contenidas en el Artículo 49.5 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.25.7 Empalme de armaduras

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.

En la medida de lo posible se evitarán los empalmes de barras. Si son necesarios, deberán indicarse en los planos de obra su posición y la forma en que deben ser ejecutados, sometiendo todo ello a la aprobación del Ingeniero Director.

Como norma general, los empalmes de las distintas barras 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 a mayor a $1b$. La determinación de esta longitud queda explicada en el Artículo 49.5.2 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Los empalmes se realizarán por solape o por soldadura y se procurará que los empalmes queden alejados de las zonas en las que la armadura trabaje a su máxima carga.

4.26 ACABADOS DE SUPERFICIES

Será de aplicación todo lo prescrito en el Artículo 53.3 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

4.26.1 Requisitos Generales

Tan pronto como se retiren los encofrados, todas las zonas defectuosas serán sometidas al visado Ingeniero o Director de obra, prohibiéndose taparlas antes de este requisito.

Las superficies vistas de las piezas o estructuras, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán coqueras 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.

Los bordes de los cortes serán perpendiculares a la superficie del hormigón. Todas las zonas a resanar y como mínimo 15 cm de la superficie circundante se saturarán de agua antes de colocar el mortero. El mortero se mezclará, aproximadamente una hora antes de su vertido y se mezclará ocasionalmente, durante ese tiempo, a paleta sin añadir agua. Se compactará "In situ" y se enrasará hasta que quede ligeramente sobre la superficie circundante. El resanado en superficies vistas se acabará de acuerdo con las superficies adyacentes después que haya fraguado durante una hora como mínimo. Los resonados se curarán en la forma indicada para el hormigón. Los agujeros que se prolonguen a través del hormigón se rellenarán por medio de una pistola de inyección o por otro sistema adecuado desde la cara no vista. El exceso de mortero en la cara vista se quitará con un paño.

4.26.2 Acabado Normal

Todas las superficies del hormigón vistas llevarán un acabado Normal, excepto cuando se exija en los planos o en el Pliego de Condiciones un acabado especial.

- Superficies contra los encofrados: Además del resanado de las zonas defectuosas y relleno de los orificios de las barras, se eliminarán cuidadosamente todas las rebabas y otras protuberancias, nivelando todas las irregularidades.

- Superficies no apoyadas en los encofrados: El acabado de las superficies, excepto cuando se especifique de distinta manera, será fratasado con fratás de madera hasta obtener superficies lisas y uniformes.

4.26.3 Acabados Especiales

Se darán acabados especiales a las superficies vistas de hormigón solamente cuando así lo exijan los planos del proyecto. Para acabado especialmente liso, se construirá, de acuerdo con los requisitos establecidos a tal fin, una sección de la parte no vista de la estructura, según se especifica. Si el acabado de esta sección se ajusta al acabado especificado, dicha sección se usará como panel de muestra; en otro caso, se construirán otras secciones hasta obtener el acabado especificado.

Acabado frotado (apomazado): Siempre que sea posible, se retirarán los encofrados antes que el hormigón haya llegado al fraguado duro, prestando la debida consideración a la seguridad de la estructura. Inmediatamente después de retirados los encofrados, la superficie se humedecerá totalmente con agua, frotándola con carborundo u otro abrasivo, hasta obtener un acabado continuo, liso y de aspecto uniforme. A la terminación de esta operación la superficie se lavará perfectamente con agua limpia.

4.26.4 Curado

Todos los acabados de pisos se curarán al agua durante siete días como mínimo, con esterillas saturadas, arpilleras u otros recubrimientos aprobados empapados en agua. Los acabados finales especiales se curarán cubriéndolos con un tipo aprobado de membrana impermeable que no manche, con una resistencia suficiente para soportar el desgaste o efecto abrasivo.

La membrana se extenderá con juntas estancadas al aire y se mantendrá colocada. Todo el curado se comenzará tan pronto como sea posible una vez acabada la superficie. Puede usarse recubrimiento de membrana en lugar del curado por agua para el curado de otros acabados de pisos que no estén expuestos a la acción directa de los rayos solares.

4.26.5 Limpieza

A la terminación del trabajo todos los pisos acabados de hormigón se limpiarán como sigue: después de barrerlos con una escoba corriente, para quitar toda la suciedad suelta, el acabado se baldeará con agua limpia.

4.27 MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

4.27.1 Arriostramientos

La estructura de los edificios de entramado de acero se levantará con exactitud y aplomada, introduciéndose arriostramientos provisionales en todos aquellos puntos en que resulte preciso para soportar todas las cargas a que pueda hallarse sometida la estructura, incluyendo las debidas al equipo y al funcionamiento del mismo.

Estos arriostramientos permanecerán colocados en tanto sea preciso por razones de seguridad.

4.27.2 Aptitud de las uniones provisionales

Según vaya avanzando el montaje, se asegurará la estructura por medio de soldadura, para absorber todas las cargas estáticas o sobrecargas debidas al tiempo y al montaje.

4.27.3 Esfuerzo de montaje

Siempre que, durante el montaje, hayan de soportarse cargas debidas a pilas de material, equipo de montaje u otras cargas, se tomarán las medidas oportunas para absorber los esfuerzos producidos por las mismas.

4.27.4 Alineación

No se efectuarán soldaduras hasta que toda la estructura que haya de atesarse por tal procedimiento esté debidamente alineada.

4.27.5 Mano de obra de soldadura

Todos los operarios que hayan de efectuar las uniones de soldadura de los tramos metálicos, tanto se trate de costuras resistentes como de costuras de simple unión, estarán calificados según UNE-EN ISO 9606-1:2017, Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros, y el especialista denominado coordinador de soldeo, deberá tener capacitación profesional y experiencia acorde con el proceso de soldeo del que sea responsable, según indica la UNE-EN ISO 14731:2019, 719:1995, Coordinación del soldeo. Tareas y responsabilidades.

El Director de la Obra exigirá, siempre que lo tenga por conveniente, las inspecciones previstas.

4.27.6 Organización de los trabajos

El Contratista podrá organizar los trabajos en la forma que estime conveniente; pero tendrá sin embargo la obligación de presentar por anticipado al Director de la Obra un programa detallado de los mismos, en el que justifique el cumplimiento de los planes previstos.

Podrá preparar en su propio taller todas las barras o parte de la estructura que sean susceptibles de un fácil transporte dando en este caso las máximas facilidades para que, dentro de su factoría, se pueda realizar la labor de inspección que compete al Ingeniero Director de Obra.

4.27.7 Manipulación del material

Todas las operaciones de enderezado de perfiles o chapas se realizarán en frío.

Los cortes y preparación de bordes para la soldadura podrán realizarse con soplete oxiacetilénico, con sierra o con herramienta neumática, pero nunca con cizalla o tronzadora.

Deberán eliminarse siempre las rebabas, tanto las de laminación como las originadas por operaciones de corte.

Serán rechazadas todas las barras o perfiles que presenten superficies en la superficie ondulaciones, fisuras o defectos de borde que, a juicio del Ingeniero o Director de Obra, puedan causar un efecto apreciable de detalle.

4.27.8 Empalmes

A los empalmes indispensables se les podrá exigir las siguientes condiciones:

- No se realizarán nunca en la zona de nudos. A este efecto se considera como zona de nudos la situada a una distancia de 50 cm del centro teórico del mismo.
- No se consideran nunca en las mismas secciones transversales los empalmes de dos o más perfiles o planos que forman la barra. La distancia entre los empalmes de dos perfiles, siempre será como mínimo, de 25 cm.
- Los empalmes se verificarán siempre a tope y nunca a solape. Siempre que sea posible el acceso a la parte dorsal, la preparación de bordes para empalmes a tope será simétrica. Cuando por imposibilidad de acceso a la parte dorsal sea necesario efectuar la soldadura por un solo lado del perfil, se dispondrá una pletina recogida a raíz, a fin de asegurar siempre una penetración lo más perfecta posible.
- En los empalmes con soldadura simétrica se realizará siempre el burilado de raíz antes del depósito del primer cordón dorsal.

4.27.9 Tolerancias

- Los elementos terminados serán de líneas exactas y estarán exentos de torsiones, dobleces y uniones abiertas.
- Los elementos que trabajen a compresión podrán tener una variación lateral no superior a 1/1.000 de la longitud axial entre los puntos que han de ir apoyados lateralmente.
- Es admisible una variación de 1,0 mm en la longitud total de los elementos con ambos extremos laminados.
- Los elementos sin extremos laminados que hayan de ir ensamblados de dos o tres piezas de acero de la estructura pueden presentar una variación respecto a la longitud detallada no superior a 2,0 mm para elementos de 9,0 m o menos de longitud, y no superior a 3 mm para elementos de más de 9,0 m de longitud.

4.28 UNIONES ATORNILLADAS

En lo referente a este tipo de uniones se seguirá todo lo indicado en el apartado 10.4 del CTE-DB-SE-A.

En los pernos de anclaje se indicarán los materiales, las tolerancias recogidas en el Capítulo 11 del CTE-DB-SE-A y se tomará la precaución de disponer holguras y margen de espesor del mortero de nivelación para corregir errores.

Las uniones de correas a ejiones y sus solapes mutuos se realizarán con la calidad 5.6 y el diámetro M16, en agujeros Φ 18mm ya que en perfiles conformados en frío es determinante el aplastamiento del alma.

La norma UNE-EN 1090-2:2019, Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para las estructuras de acero, permite prescindir de arandelas en las uniones atornilladas no pretensadas en agujeros normales (no en bases de pilares, ni con taladros rasgados ni en uniones con una única fila de tornillos), no obstante, es conveniente usarlas en los nudos de barras y correas para no afectar en el apriete la protección de pintura y disponer de mayor ductilidad.

En la fijación de cerramientos a correas y perfiles se usará un único diámetro (en general 6,3 mm con arandelas de 19mm o superiores) y ensayar previamente los equipos de taladrar y roscar, comprobando que las arandelas y sus manguitos de neopreno quedan planas y que no se excede el par de rotura de cabeza ni el de rotura de rosca. Es aconsejable usar fracciones enteras de chapa para reducir las juntas en cubiertas. Los solapes laterales entre chapas de cerramiento se ejecutarán con tornillos roscachapa de diámetros menores, pero de 4,8mm como mínimo.

4.29 UNIONES SOLDADAS

Debe establecerse un Plan o Memoria de soldeo por parte del constructor basado en la UNE-EN ISO 3834:2022, Requisitos de calidad para el soldeo por fusión de materiales metálicos (Partes 1 a 5). En este documento se debe indicar cómo se van a ejecutar las soldaduras de la estructura. Se definirán los siguientes puntos:

1. Proceso de soldeo, incluyendo consumibles, precalentamiento y temperatura entre pasadas, si es el caso
2. Medidas para evitar distorsiones y alabeos.
3. Secuencias de soldaduras.

4. Medidas para evitar el desgarro laminar.
5. Puntos de inspección ligados al Plan de Ensayos.
6. Sistema de identificación de soldaduras y sus soldadores.

El proceso de soldeo será alguno de los definidos en la norma UNE-EN ISO 4063:2011, Soldeo y técnicas conexas. Nomenclatura de procesos y números de referencia, o UNE-EN-ISO 14555:2017, Soldeo. Soldeo por arco de espárragos de materiales metálicos, y se realizará de acuerdo con un procedimiento calificado según UNE-EN-ISO 15609-1:2020, Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Especificación del procedimiento de soldeo. Parte 1: Soldeo por arco. Debe exigirse el certificado de calificación que demuestre que el soldador está capacitado para realizar las soldaduras.

El personal de taller contará con el nivel adecuado. Los soldadores estarán cualificados según UNE-EN ISO 9606-1:2017, Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros, y el especialista denominado coordinador de soldeo, que deberá tener capacitación profesional y experiencia acorde con el proceso de soldeo del que es responsable según UNE-EN ISO 14731:2019, Coordinación del soldeo. Tareas y responsabilidades.

Los criterios de aceptación de las soldaduras se basarán en UNE-EN-ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones.

4.29.1 Inspección de las soldaduras

La superficie vista de la soldadura presentará siempre un terminado regular, acusando una perfecta fusión del metal y una perfecta regulación de la corriente eléctrica empleada, sin poros, mordeduras, oquedades, ni rastro de escorias.

El Director de la Obra podrá solicitar al Instituto Español de Soldadura, que realice inspecciones radiográficas de todas o algunas de las uniones de las piezas metálicas y se emita el correspondiente dictamen.

Los criterios de aceptación de las soldaduras se basarán en la norma UNE-EN-ISO 5817:2014, Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. Los niveles de calidad de dicha norma son D (moderado), C (intermedio) y B (elevado) y dependen de la gravedad y

extensión de los defectos detectados. Para cada clase de ejecución se establecen los siguientes niveles:

Tabla 84. Niveles de calidad de las soldaduras para las diferentes clases de ejecución

Niveles de calidad de las soldaduras para las diferentes clases de ejecución	
Clase 1	Nivel D
Clase 2	Nivel C
Clase 3	Nivel B
Clase 4	Nivel B y requisitos complementarios

4.29.2 Ejecución de uniones soldadas

Además de lo preceptuado en el punto anterior, se tendrán presentes las siguientes prescripciones:

- Los empalmes se verificarán antes de que las unidades de los perfiles simples se unan entre sí para construir el perfil compuesto.
- Las unidades de perfiles simples para construir las barras se realizarán antes que las unidades de nudos.
- Se dejará siempre la máxima libertad posible a los movimientos de retracción de las soldaduras, y por lo tanto, se procederá en todas las unidades desde el centro hacia los bordes de la barra y desde el centro hacia los extremos de las vigas.
- A fin de evitar en lo posible las deformaciones residuales, se conservará la mayor simetría posible en el conjunto de la soldadura efectuada. Ello obligará a llevar la soldadura desde el centro hacia los bordes, pero simultánea o alternadamente en ambas direcciones, y a soldar de forma alternada por un lado y por otro de la barra, disponiendo para ello los elementos auxiliares de volteo que sean necesarios.
- Se evitará la excesiva acumulación de calor en zonas localizadas en la estructura. Para ello se espaciará suficientemente el depósito de los cordones sucesivos y se adoptarán las secuencias más convenientes a la disipación del calor.
- Antes de comenzar la soldadura se limpiarán los bordes de las piezas a unir con cepillo de alambre, o con cualquier otro procedimiento, eliminando cuidadosamente todo rastro de grasa, pintura o suciedad.

- Si se ha de depositar un cordón sobre otro previamente ejecutado, se cuidará de eliminar completamente la escoria del primero, mediante un ligero martilleado con la piqueta y el cepillo de alambre.
- No se efectuarán nunca soldaduras con temperaturas inferiores a cero grados centígrados.
- Antes de pintar se eliminará la última capa de escoria.

4.30 ALBAÑILERÍA

4.30.1 Muros de ladrillo

En lo referente a este apartado, se tendrá en cuenta lo especificado en el CTE-DB-SE-F (Documento Básico seguridad Estructural. Fábricas del Código Técnico de la Edificación).

Las Normas MV 201-1972, NTE-FFL, NTE-EFL, Capítulo III PG3, podrán servir únicamente como orientación para lo que no esté recogido en el Código Técnico de la Edificación.

La ejecución de muros de ladrillo respetará todo lo especificado en el apartado 7 del CTE- DB-SE-F (Documento Básico seguridad Estructural. Fábricas del Código Técnico de la Edificación)..

Las piezas, fundamentalmente las de cerámica, se humedecerán antes de su empleo en la ejecución de la fábrica, bien por aspersión, bien por inmersión, durante unos minutos. La cantidad de agua embebida en la pieza debe ser la necesaria para que no varíe la consistencia del mortero al ponerlo en contacto con la misma, sin succionar agua de amasado ni incorporarla.

Las piezas se colocarán siempre a restregón, sobre una tortada de mortero, hasta que el mortero rebose por la llaga y el tendel. No se moverá ninguna pieza después de efectuada la operación de restregón. Si fuera necesario corregir la posición de una pieza, se quitará, retirando también el mortero.

Los morteros para fábricas pueden ser ordinarios, de junta delgada o ligeros. El mortero de junta delgada se puede emplear cuando las piezas sean rectificadas o moldeadas y permitan construir el muro con tendeles de espesor entre 1 y 3 mm.

Los morteros ordinarios pueden especificarse por:

- a) Resistencia: se designan por la letra M seguida de la resistencia a compresión en N/mm².

b) Dosificación en volumen: se designan por la proporción, en volumen, de los componentes fundamentales (por ejemplo 1:1:5 cemento, cal y arena) La elaboración incluirá las adiciones, aditivos y cantidad de agua, con los que se supone que se obtiene el valor de fm supuesto.

El mortero ordinario para fábricas convencionales no será inferior a M1. El mortero ordinario para fábrica armada o pretensada, los morteros de junta delgada y los morteros ligeros, no serán inferiores a M5. En cualquier caso, para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a la compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.

El mortero deberá llenar totalmente las juntas. Si después de restregar el ladrillo, no quedara alguna junta totalmente llena, se añadirá el mortero necesario y se apretará con la paleta. En las fábricas de cara vista las juntas horizontales serán rejuntadas o llagadas con un espesor mínimo de uno con cinco centímetros (1,5 cm.); los tendeles o juntas verticales se realizarán a hueso. En los sardineles las juntas serán rejuntadas o llagadas en ambas caras vistas.

Una llaga se considera llena si el mortero maciza el grueso total de la pieza en al menos el 40% de su tizón; se considera hueca en caso contrario. El mortero debe llenar totalmente las juntas de tendel (salvo caso tendel hueco) y llagas, en función del tipo de pieza utilizado. Cuando se especifique la utilización de juntas delgadas, las piezas se asentarán cuidadosamente para que las juntas mantengan el espesor establecido de manera uniforme. El llagueado en su caso, se realizará mientras el mortero esté fresco.

Sin autorización expresa, en muros de espesor menor que 200 mm, las juntas no se rehundirán en una profundidad mayor que 5 mm. De procederse al rejuntado, el mortero tendrá las mismas propiedades que el de asentar las piezas. Antes del rejuntado, se cepillará el material suelto, y si es necesario, se humedecerá la fábrica. Cuando se rasque la junta se tendrá cuidado en dejar la distancia suficiente entre cualquier hueco interior y la cara del mortero.

Las fábricas deben levantarse por hiladas horizontales en toda la extensión de la obra, siempre que sea posible. Cuando dos partes de una fábrica hayan de levantarse en épocas distintas, la que se ejecute primero se dejará escalonada. Si esto no fuera posible, se dejará formando alternativamente entrantes, adarajas y salientes, endejas.

En las hiladas consecutivas de un muro, las piezas se solaparán para que el muro se comporte como un elemento estructural único. El solape será al menos igual a 0,4 veces el grueso de la pieza y no menor que 40 mm. En las esquinas o encuentros, el solapo de las piezas no será menor que su tizón; en el resto del muro, pueden emplearse piezas cortadas para conseguir el solape preciso.

No se levantará obra de albañilería cuando la temperatura atmosférica sea inferior a 7° C, a no ser que tienda a ascender, y en ningún caso se erigirá dicha obra cuando la temperatura sea inferior a 5° C. En tiempo caluroso será necesario un rociado frecuente para evitar que el mortero se seque excesivamente por la evaporación del agua. Cuando por un motivo cualquiera haya que interrumpir el trabajo en un muro de fábrica de ladrillo, se dejarán hiladas en forma irregular para asegurar una trabazón perfecta cuando se reanude el trabajo. Asimismo, antes de reanudar éste, se depositará sobre la obra ya construida un mortero fluido, para asegurar el perfecto relleno de las juntas. Las intersecciones de muros se construirán con especial cuidado, alternando las hiladas con el fin de asegurar con un perfecto arriostramiento de los mismos.

El Subcontratista de esta Sección instalará los cargaderos sobre la parte superior de los vanos de los muros, de conformidad con los planos de detalle. Todos los muros estarán aplomados. La última hilada de unión con la viga de estructura se terminará una vez se haya fraguado el mortero y el muro haya hecho su asiento. Se rematará con pasta de yeso negro la unión entre muro y estructura.

Los muros de ladrillo de cara vista tendrán aparejo flamenco, de ladrillos alternados a soga y tizón en muros de un pie o una asta, y a soga en los de medio pie o media asta.

4.30.2 Juntas

Se dispondrán juntas de movimiento para permitir dilataciones térmicas y por humedad, fluencia y retracción, las deformaciones por flexión y los efectos de las tensiones internas producidas por cargas verticales o laterales, sin que la fábrica sufra daños, teniendo en cuenta, para las fábricas sustentadas, las distancias indicadas en la tabla 2.1 del CTE-DB-SE-F. Dichas distancias corresponden a edificios de planta rectangular o concentrada. Si la planta tiene forma asimétrica, con alas en forma de L, U, etc., cuyas longitudes sean mayores que la mitad de las indicadas, se dispondrán juntas en las proximidades de los puntos de encuentro de las mismas. Siempre que sea posible la junta se proyectará con solape.

Tabla 85. Tabla 2.1. del CTE-DB-SE-F

Tipo de fábrica		Distancia entre las juntas (m)	
de piedra natural		30	
de piezas de hormigón celular en autoclave		22	
de piezas de hormigón ordinario		20	
de piedra artificial		20	
de piezas de árido ligero (excepto piedra pómez o arcilla expandida)		20	
de piezas de hormigón ligerode piedra pómez o arcilla expandida		15	
de ladrillo cerámico ⁽¹⁾	Retracción final (mm/m)	Expansión final por humedad (mm/m)	
	≤ 0,15	≤ 0,15	30
	≤ 0,20	≤ 0,30	20
	≤ 0,20	≤ 0,50	15
	≤ 0,20	≤ 0,75	12
	≤ 0,20	≤ 1,00	8

⁽¹⁾ Puede interpolarse linealmente

De no indicarse de otro modo en los planos o en el Pliego de Condiciones, las juntas horizontales de mortero serán de tipo protegido contra la intemperie y aproximadamente de 0,8 cm. de anchura; las juntas de mortero verticales tendrán un ancho de 0,5 cm. Las juntas se rehundirán comprimiendo el mortero dentro de ellas y no iniciándose esta operación hasta que el mortero haya empezado a fraguar. Los ladrillos que hayan de recibir enlucido u otro recubrimiento tendrán juntas horizontales rehundidas a un centímetro de profundidad aproximadamente en el ladrillo superior, e irán enrasadas a paramento en el ladrillo inferior. Se enrasarán las juntas verticales.

4.30.3 Bloque de hormigón

Para la construcción de muros de fábrica de bloques de hormigón, se tendrá en cuenta todo lo especificado en el CTE-DB-SE-F (Documento Básico seguridad Estructural. Fábricas del Código Técnico de la Edificación).

Para los aspectos no recogidos en el Código Técnico de la edificación se podrán consultar a modo únicamente orientativo las Normas NTE-FFB y NTE-EFB.

Los muros fabricados con bloques se aparejarán a soga, siempre que la anchura de las piezas corresponda a la del muro, aunque en casos especiales puedan aparejarse a tizón.

Los bloques se colocarán de modo que las hiladas queden perfectamente horizontales y bien aplomadas, teniendo en todos los puntos el mismo espesor. Cada bloque de una hilada cubrirá al de la hilada inferior, al menos en doce con cinco centímetros (12,5 cm). Los bloques se ajustarán mientras el mortero permanezca blando, para asegurar una buena unión del bloque con el mortero y evitar que se produzcan grietas.

Si así se indicara en el título del correspondiente precio, o si resultase necesario, a juicio de la Inspección de obra, los bloques huecos se rellenarán con hormigón utilizando las propias piezas como encofrados. La cuantía de las armaduras a colocar, será la indicada en los planos del Proyecto, o en su caso, la que la Inspección de la obra determinase.

Los bloques no se partirán para los ajustes de la fábrica a las longitudes de los muros, sino que deberán utilizarse piezas especiales para este cometido.

Salvo que el título del precio correspondiente indicase otra cosa, los morteros a utilizar serán del tipo M-40. No obstante, la Inspección Facultativa podrá introducir modificaciones en la dosificación del mortero sin que ello suponga, en ningún caso, variación en el precio de la unidad de obra.

4.30.4 Protección

Las superficies de fábrica en las que no se está trabajando, se protegerán adecuadamente y en todo momento durante las operaciones en construcción. Cuando amenace lluvia y haya de suspender el trabajo, la parte superior de los muros de fábrica que quede al descubierto se protegerá con una fuerte membrana impermeable, bien sujeta para prevenir el posible arrastre por el viento.

4.31 FALSOS TECHOS

Las placas de escayola se suministrarán en cajas agrupadas en palés, como máximo se podrán apilar de tres alturas. Nunca se podrán acopiar en terrenos blandos, inestables, irregulares o inclinados, es desaconsejable acopiar a la intemperie, ya que al ser la escayola un regulador hidrométrico, pueden llegar a producirse condensaciones de humedad. Al sacar las cajas de los palés, se deben depositar en el suelo por la parte plana y no por las esquinas, para evitar posibles daños mecánicos.

La perfilera siempre se transportará en sentido horizontal, y se deberá colocar sobre los palés de carga para que no soporten pesos. Se protegerán siempre contra posibles daños mecánicos y curvaturas de los perfiles por su elevada longitud.

4.32 ENFOSCADOS

4.32.1 Condiciones previas

Deberá estar terminado el soporte a revestir, cuya superficie se presentará limpia y rugosa, carente de polvo, grasa o cuerpos extraños. Las juntas estarán rehundidas y se habrán eliminado las rebabas del mortero empleado para recibir las piezas de las fábricas.

Para mejorar la adherencia de los enfoscados a superficies lisas es necesario crear, previamente, rugosidades en ellas mediante picado o, alternativamente, mediante clavado de tela metálica.

Los soportes y vigas metálicas que hayan de ir enfoscadas, se forrarán previamente con piezas cerámicas o de hormigón, según las especificaciones de obra o, en su defecto, en la normativa aplicable.

La superficie a enfoscar carecerá de guarnecidos o revestimientos previos de yeso; tampoco estará realizada con materiales de resistencia análoga o inferior al yeso.

4.32.2 Ejecución

Antes de la ejecución del enfoscado se comprobará que:

- Las superficies a revestir no se verán afectadas, antes del fraguado del mortero, por la acción lesiva de agentes atmosféricos de cualquier índole o por las propias obras que se ejecutan simultáneamente.
- Los elementos fijos como rejas, ganchos, cercos, etc. han sido recibidos previamente cuando el enfoscado ha de quedar visto.
- Se han reparado los desperfectos que pudiera tener el soporte y este se halla fraguado cuando se trate de mortero u hormigón.

Durante la ejecución:

- Se amasará la cantidad de mortero que se estime puede aplicarse en óptimas condiciones antes de que se inicie el fraguado; no se admitirá la adición de agua una vez amasado.
- Antes de aplicar mortero sobre el soporte, se humedecerá ligeramente este a fin de que no absorba agua necesaria para el fraguado.

- En los enfoscados exteriores vistos, maestreados o no, y para evitar agrietamientos irregulares, será necesario hacer un despiezado del revestimiento en recuadros de lado no mayor de 3 metros, mediante llagas de 5 mm de profundidad.
- En los encuentros o diedros formados entre un paramento vertical y un techo, se enfoscará éste en primer lugar.
- Cuando el espesor del enfoscado sea superior a 15 mm se realizará por capas sucesivas sin que ninguna de ellas supere este espesor.
- Se reforzarán, con tela metálica o malla de fibra de vidrio indesmallable y resistente a la alcalinidad del cemento, los encuentros entre materiales distintos, particularmente, entre elementos estructurales y cerramientos o particiones, susceptibles de producir fisuras en el enfoscado; dicha tela se colocará tensa y fijada al soporte con solape mínimo de 10 cm. a ambos lados de la línea de discontinuidad.
- En tiempo de heladas, cuando no quede garantizada la protección de las superficies, se suspenderá la ejecución; se comprobará, al reanudar los trabajos, el estado de aquellas superficies que hubiesen sido revestidas.
- En tiempo lluvioso se suspenderán los trabajos cuando el paramento no esté protegido y las zonas aplicadas se protegerán con lonas o plásticos.
- En tiempo extremadamente seco y caluroso y/o en superficies muy expuestas al sol y/o a vientos muy secos y cálidos, se suspenderá la ejecución.

Después de la ejecución:

- Transcurridas 24 horas desde la aplicación del mortero, se mantendrá húmeda la superficie enfoscada hasta que el mortero haya fraguado.
- No se fijarán elementos en el enfoscado hasta que haya fraguado totalmente y no antes de 7 días.

Ejecución de enfoscado maestreado en paredes y/o techos:

En las paredes se dispondrán maestras verticales formadas por bandas de mortero aplomadas, con separación entre ellas no superior a 1 metro y formando arista en las esquinas, rincones y guarniciones de huecos. En los techos, por su parte, se realizará un maestreado en todo el perímetro del techo y se situarán maestras intermedias con separación máxima de 1 metro.

Una vez humedecida la superficie a revestir, se aplicará el mortero, mediante proyección manual o mecánica, sobre los paños entre maestras y se pañeará de forma que se introduzca en las irregularidades del soporte y quede lo más adherido posible. La superficie enfoscada no poseerá defectos de planeidad superiores a 3 mm medidos con regla de 1 metro.

Antes del fraguado final, el enfoscado admite un acabado rugoso, fratasado (planeidad conseguida con fratás mojado en agua) o bruñido (aplicación de pasta de cemento con llana), según sea la ubicación del elemento revestido y/o el tratamiento posterior que se le pretenda aplicar.

En los bordes de techos horizontales exteriores se practicará un goterón perimetral, mediante rehundido de 1x1 cm en el enfoscado, a fin de evitar que el agua de lluvia o riego recorra libremente y humedezca todo el techo.

Control de la ejecución:

En los enfoscados sobre paramentos verticales, maestreados o no, se realizará un control del estado del soporte, la calidad y tipo de mortero, así como las condiciones finales del revestimiento, llevándose a cabo un control por cada 100 m² o fracción.

En los paramentos horizontales se realizará un control de los mismos aspectos inspeccionados en las paredes, llevándose a cabo un control por cada 50 m² o fracción.

Los parámetros de rechazo automático serán:

- La superficie a revestir no está limpia y/o humedecida.
- No se ha colocado, en su caso, banda metálica en la línea de discontinuidad del soporte, o no fijada correctamente, y/o el solape es inferior a 10 cm. por cada lado.
- La dosificación, calidad de la arena y/o el tipo de mortero no se ajusta a lo especificado.
- Comprobando con regla de 1 m. se aprecia un defecto de planeidad superior a 5 mm en los enfoscados sin maestrear y de 3 mm en los maestreados.
- En enfoscados maestreados la distancia entre maestras es superior a 1 m y/o no se han puesto maestras en esquinas, rincones, perímetro de techos, guarniciones de huecos.

4.33 CARPINTERÍA METÁLICA

4.33.1 Puertas de acero

El presente artículo trata del suministro, mano de obra, medios auxiliares, materiales y ejecución de todas las operaciones relacionadas con la instalación de puertas y marcos metálicos, de acuerdo con los planos correspondientes al proyecto.

Los marcos de las puertas y ventanas se instalarán nivelados ya aplomados y se anclarán de un modo seguro a los muros.

Las puertas de bisagras se colgarán adecuadamente, de modo que giren horizontalmente y se mantengan en cualquier posición.

Los elementos de cerrajería se instalarán limpia y adecuadamente, se ajustarán y se dejarán en condiciones de funcionamiento perfecto.

4.33.2 Puertas y ventanas de aluminio

Todas las puertas y ventanas serán del tipo, tamaño y forma que se indican en los planos y cualquier variación que se introduzca será con la autorización por escrito de la Administración.

El Contratista tiene la obligación de presentar a la Administración detalles de construcción, dimensiones, disposición de ventilación, funcionamiento, etc. y toda la información precisa para ser aprobada por el Director de Obra.

Las ventanas se montarán bien encuadradas y a plomo en las alineaciones y nivelaciones exactas. Todos los anclajes se ajustarán antes de colocar las ventanas.

4.34 TUBERÍAS

4.34.1 Generalidades

Para la recepción e instalación de las tuberías se tendrán en cuenta las especificaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de Abastecimiento y en particular las especificaciones siguientes:

4.34.1.1 Colocación

Antes de bajar los tubos a la zanja se examinarán estos y se apartarán los que presenten deterioro; se bajarán al fondo de la zanja con precauciones y sin golpes bruscos empleando los elementos adecuados según su peso y longitud.

Una vez los tubos en el fondo de la zanja se examinarán éstos para cerciorarse de que su interior está libre de tierra, piedra, útiles de trabajo, prendas de vestir, etc., y se realizará su centrado y perfecta alineación, conseguido lo cual se procederá a calzarlos sobre el lecho de arena o con hormigón en masa de acuerdo como indican los planos correspondientes.

En el caso de zanjas con inclinaciones elevadas (> 10%) la tubería se colocará en sentido ascendente.

Cuando se interrumpa la colocación de tubería se taponarán los extremos libres para impedir la entrada de cuerpos extraños, procediendo a examinar con todo cuidado el interior de la tubería al reanudar el trabajo.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua, agotando con bombas o dejando desagües en la excavación en caso necesario.

Finalmente se procederá a realizar las pruebas imprescindibles para su completa estanqueidad antes de cubrir las zanjas.

4.34.1.2 Pruebas de presión de las tuberías una vez instaladas en obra

La prueba de la tubería instalada recomendada se realizará conforme a la norma UNE-EN 805:2000, Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes, la cual se describe a continuación.

A medida que avance el montaje de la tubería ésta debe ser probada por tramos, con la longitud fijada por la Dirección de Obra (en función del avance de la obra y de los condicionantes externos), los cuales deben ser de iguales características (materiales, diámetros, espesores, etc.). Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas, las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser, cuando así se requiera, fácilmente desmontables para poder continuar la colocación de la tubería.

Las longitudes de estos tramos dependen, como se ha indicado, de las características particulares de cada uno de ellos, debiendo seleccionarse de modo que:

- La presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo de cada tramo en prueba siempre que pueda aplicarse una presión de al menos igual a 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.
- La diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y más alta no exceda del 10% de STP.
- En la medida de lo posible, sus extremos coincidan con válvulas de paso de la tubería (o incluso finales de línea en los ramales)

Con todo ello, unas longitudes razonables para los tramos pueden oscilar entre 500 y 1.000 ó incluso 2.000 metros.

La presión de prueba (STP) se calcula a partir de MDP, de forma que, dependiendo de que el golpe de ariete se haya calculado en detalle, o únicamente se haya estimado, el valor de STP será (todos los valores en N/mm²):

- Golpe de ariete calculado en detalle:

$$STP = MDP + 0,1$$

- Golpe de ariete estimado: El menor valor de:

$$STP = MDP + 0,5$$

$$STP = 1,5 MDP$$

Antes de empezar la prueba deben estar 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 fábricas con la resistencia debida.

Cuando la tubería se disponga enterrada, la zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las uniones descubiertas. Asimismo, debe comprobarse que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar 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 que se vaya a ensayar y debe estar provista, al menos, de un manómetro, el cual debe tener una precisión no inferior de 0,02 N/mm². La medición del volumen de agua, por su parte, debe realizarse con una precisión no menor de 1 litro.

En cualquier caso, pero especialmente en los de altas presiones, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, deben tomarse 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 tajos cercanos. En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la prueba, que es única, consta, en general, de las dos etapas siguientes: etapa preliminar y etapa principal.

4.34.1.2.1 *Etapla 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 del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería, una vez llena de agua, se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.

El objeto de esta etapa preliminar es que la tubería se estabilice, alcanzando un estado similar al de servicio, a fin de que durante la posterior etapa principal los fenómenos de adaptación de la tubería, propios de una primera puesta en carga, no sean significativos en los resultados de la prueba. Como fenómenos de adaptación más característicos de una primera puesta en carga, pueden destacarse los siguientes:

- Movimientos de recolocación en uniones, piezas especiales, anclajes, válvulas y demás elementos.
- Expulsión del aire de los huecos y alojamientos en las uniones y en general en toda la tubería.

- Deformación de los tubos, particularmente en el caso de que éstos sean flexibles.

La recomendación de mantener llena de agua la tubería 24 horas, es particularmente importante en el caso de las tuberías que puedan absorber cierta cantidad de agua, como son las de hormigón, aunque no es de aplicación al caso que nos ocupa.

A continuación, se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre STP y MDP, es decir presión de prueba y presión máxima de diseño, respectivamente, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante una hora para lograr los objetivos de esta etapa preliminar, para lo cual, si es necesario, habrá que suministrar, bombeando, cantidades adicionales de agua.

Durante este período de tiempo no debe haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería de procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

A continuación, se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua y midiendo el volumen final suministrado, debiendo ser éste inferior al valor dado por la expresión siguiente:

$$\Delta V_{\max} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left[\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E} \right]$$

ΔV_{\max} : pérdida admisible, en litros

V: volumen del tramo de tubería en prueba, en litros

Δp : caída admisible de presión durante la prueba, en N/mm², cuyos valores son:

* 0,02 N/mm² tubos de fundición, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC y PE

* 0,04 N/mm² tubos de hormigón sin camisa de chapa

E_w módulo de compresibilidad del agua, en 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

1,2 factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la tubería

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:

$$E_w : 2,1 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$$

Tabla 86. Valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (E)

Fundición: $1,70 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
Acero: $2,10 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
Hormigón: $2,00 \times 10^4 \text{ N/mm}^2 - 4,00 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$
PVC: 3.600 N/mm^2 (corto plazo); 1.750 (largo plazo)
PE: 1.000 N/mm^2 (corto plazo); 150 (largo plazo)

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.

En determinadas situaciones, tales como los ramales de las redes de distribución de pequeño diámetro o escasa longitud, puede admitirse que en esta etapa principal se realice únicamente la comprobación de que el descenso de presión producido durante la misma es inferior a los valores admisibles antes indicados.

En cualquier caso, si los resultados de la etapa principal no son satisfactorios, o existen dudas sobre la correcta desaireación de la tubería, se puede realizarse un ensayo complementario de purga que aclare tal circunstancia, conforme a la metodología recogida en la norma UNE EN 805:2000, Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.

4.34.1.2.2 *Etapa principal de puesta en carga*

Una vez superada la etapa preliminar, la presión hidráulica interior se aumenta de nuevo de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de STP, presión de prueba, de forma que el incremento de presión no supere $0,1 \text{ N/mm}^2$ por minuto. Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo, no admitiéndose la entrada de agua durante, al menos, una hora. Al final de este período al medir mediante manómetro el descenso de presión habido durante dicho intervalo, éste debe ser inferior a los siguientes valores:

- $0,02 \text{ N/mm}^2$ para tubos de fundición, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC, PRFV y PE, en su caso
- $0,04 \text{ N/mm}^2$ para tubos de hormigón sin camisa de chapa

4.35 PIEZAS ESPECIALES

El contratista montará las piezas especiales de acuerdo con la disposición dada en los planos con las instrucciones del Ingeniero Director. El Contratista suministrará todos los accesorios para las tuberías, mostradas o no en los planos, o pedidos o no en las especificaciones: bridas, anillos de refuerzo, varillas de anclaje, tensores, sistema de soporte para el montaje, etc. Asimismo, suministrará los elementos de montaje y soldadura.

Las abolladuras y otros desperfectos producidos durante el montaje y colocación en obra darán lugar a que la pieza afectada sea sustituida por una nueva por cuenta del Contratista, siguiendo las instrucciones en cada caso del director de obra. Los defectos en recubrimientos deberán ser subsanados en taller, realizando de nuevo el proceso completo.

Las soldaduras a realizar en obra, serán realizadas por soldadores cualificados y en base a las especificaciones de un pliego previamente aprobado por el Ingeniero Director.

En el presente proyecto, las tuberías de PEAD pueden ser del propio material o de calderería. En las tuberías de PVC, las piezas especiales serán de calderería.

Las tuberías de acero llevarán sus piezas especiales en calderería.

Las piezas de calderería tendrán unas dimensiones tales que puedan conectar perfectamente con las tuberías que les correspondan.

4.36 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.

4.37 APARATOS DE MEDIDA Y CONTROL

Los caudalímetros se instalarán en aquellos puntos indicados en los planos o que el Ingeniero Director requiera.

Para su puesta en obra se suministrarán los manuales de instalación, instrucciones y de operación. Los manuales citados deberán quedar a disposición de las personas responsables de mantenimiento y control.

Los sensores se montarán siguiendo las instrucciones del fabricante, en un tramo de tubería horizontal. Guardará una distancia mínima de $10 \times D_i$ aguas arriba del sensor y de $5 \times D_i$ aguas abajo del sensor, respecto de cualquier perturbación como, por ejemplo, válvulas de corte, cambios de dirección de tubería, etc., siendo D_i el diámetro interior de la tubería en la que se coloca el caudalímetro o según disponga el director de proyecto.

La presión de prueba será al menos 1,5 veces la presión nominal.

4.38 FILTROS

La instalación de los filtros la realizará la empresa suministradora de acuerdo con la constructora. A tal fin esta prepara los colectores donde deba ir el filtro de acuerdo con las instrucciones de aquel. En cualquier caso se ejecutarán de acuerdo con lo anunciado por la experiencia como reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale el Ingeniero Director.

4.39 TELECONTROL

La instalación del telecontrol la realizará la empresa suministradora de acuerdo con la constructora. A tal fin se prepararán los espacios en las casetas de agrupación donde deban ir las remotas y demás unidades necesarias. En cualquier caso, se ejecutarán de acuerdo con lo anunciado por la experiencia como reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale el Ingeniero Director.

4.40 MONITORIZACIÓN

La instalación de monitorización la realizará la empresa suministradora de acuerdo con la constructora. A tal fin se prepararán los espacios donde deban ir los cuadros, sensores, terminales y demás unidades necesarias. En cualquier caso, se ejecutarán de acuerdo con lo anunciado por la experiencia como reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale el Ingeniero Director.

4.41 INSTALACIÓN ELECTRICA MT

4.41.1 Excavación y hormigonado de las cimentaciones de los apoyos

Se cuidará el marcado de los hoyos con respecto a las estacas de replanteo y el avance vertical de las paredes de la excavación para obtener las distancias necesarias entre éstas y los anclajes de los apoyos.

Se tendrán presentes las siguientes instrucciones:

- En terrenos inclinados se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central, en las fundaciones monobloques. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel inferior.
- En el caso de apoyos con fundaciones independientes y desniveladas, se hará igualmente una explanación del terreno al nivel de la estaca central, pero la profundidad de las excavaciones debe referirse a la cota inferior de cada una de ellas.

La explanación se prolongará como mínimo 1 metro por fuera de la excavación, rematándose después con el talud natural de la tierra circundante con el fin de que las peanas de los apoyos no queden recubiertas de tierra.

- Cuando al realizar la excavación se observe que el terreno es anormalmente blando, pantanoso o relleno, se analizará cada caso por si fuese necesario aumentar sus dimensiones. Análogas consideraciones se tendrán en cuenta en caso de aparición de agua en el fondo de la excavación, cuando el hoyo se encuentre muy cerca de un cortado del terreno, o en las proximidades de un arroyo, de terreno inundable o deslizante.
- Las explanaciones definitivas deben quedar con pendientes adecuadas (no inferiores al 5%) como para que no se estanquen aguas próximas a las cimentaciones.

Las dimensiones de la excavación se ajustarán, en lo posible, a las indicadas en los planos de cimentaciones.

La apertura de hoyos deberá coordinarse con el hormigonado de tal forma que el tiempo entre ambas operaciones se reduzca tanto como la consistencia del terreno lo imponga. Si las causas atmosféricas o la falta de consistencia lo aconsejaren, se realizará la apertura y hormigonado inmediato, hoyo a hoyo.

Tanto las excavaciones que estén terminadas como las que estén en ejecución se señalarán y delimitarán para evitar la caída de personas o animales en su interior. Las que estén en ejecución deberán taparse de un día para otro.

Los productos sobrantes de la explanación y excavación se extenderán adaptándose a la superficie natural del terreno, siempre y cuando éstos sean de la misma naturaleza y color.

El hormigonado de los apoyos comprende el hormigonado de los macizos de los apoyos, incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

Salvo aceptación por parte del Director de Obra, la ejecución de la excavación no deberá proceder al hormigonado en más de 10 días naturales, para evitar que la meteorización de las paredes de los apoyos provoque su derrumbamiento.

4.41.2 Hormigón

Se empleará preferentemente, hormigón fabricado en plantas de hormigón. En casos excepcionales, y con la preceptiva autorización, se podrá realizar la mezcla de los componentes del hormigón con hormigonera, nunca a mano

En general se usará hormigón estructural en masa con una resistencia característica de 20 N/mm² (HM-20). El tamaño máximo permitido del árido será de 40.

4.41.3 Puesta en obra del hormigón.-

Se cuidará la limpieza del fondo de la excavación, y caso de ser necesario se achicará el agua que exista en los hoyos previamente al comienzo del hormigonado.

Previamente a la colocación de los anclajes o plantillas del apoyo se dispondrá, en la base de la cimentación, una solera de hormigón de limpieza de 10 a 20 cm. Se colocará, nivelará y aplomará la base del apoyo o el apoyo completo y se procederá a su hormigonado.

Se cuidarán las distancias entre los anclajes y las paredes de los hoyos, así como la colocación previa del tubo para los cables de la toma de tierra.

El vertido del hormigón se realizará con luz diurna (desde una hora después de la salida del sol hasta una hora antes de la puesta).

Se suspenderán las operaciones de hormigonado cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0° C o superior a 40° C.

Cuando se esperen temperaturas inferiores a 0° C durante el fraguado, se cubrirán las bancadas con sacos, papel, paja, etc.

Cuando se esperen temperaturas superiores a 40° C durante el fraguado se regará frecuentemente la bancada.

El hormigón se verterá por capas o tongadas y será vibrado evitando desplazamientos en la base del apoyo o del anclaje. Iniciado el hormigonado de un apoyo, no se interrumpirá el trabajo hasta que se concluya su llenado. Cuando haya sido imprescindible interrumpir un hormigonado, al reanudar la obra, se lavará con agua la parte interrumpida, para seguidamente barrerla con escoba metálica y cubrir la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido.

Durante el vertido del hormigón se comprobará continuamente que la base del apoyo o los anclajes no se han movido, para lo cual no se retirarán los medios de medida y comprobación hasta que se haya terminado totalmente ésta operación.

Los medios de fijación de la base, de los anclajes o de los propios apoyos no podrán tocarse ni desmontarse hasta pasadas, como mínimo, 24 horas desde la terminación del hormigonado, incluidas las peanas.

La bancada que sobresale del nivel de tierra, incluso el enlucido, se hará con mortero de la misma dosificación que el empleado en la cimentación. Un exceso de cemento provoca el agrietamiento de la capa exterior.

Esta bancada que sobresale del terreno, o peana, tendrá terminación en forma de tronco de pirámide, mediante un vierteaguas de 5 cm de altura. En terrenos de labor, la peana sobresaldrá del terreno, en su parte más baja, un mínimo de 30 cm. Siendo esta altura en el resto de terrenos no inferior a 15 cm. Se cuidará que las superficies vistas estén bien terminadas.

En el caso de que necesariamente se hayan de realizar recrecidos en las cimentaciones de los apoyos, se detallarán las dimensiones del macizo de hormigón, número y tipo de hierro para la confección de la armadura y longitud de la misma. Los encofrados que se utilicen para el hormigonado de las bancadas presentarán una superficie plana y lisa de tal manera que posibiliten el acabado visto del hormigón. Como regla general, los encofrados serán metálicos.

Se tomarán las medidas para que al desencofrar no se produzcan deterioros en las superficies exteriores, no utilizándose desencofrantes que perjudiquen las características del hormigón. Los encofrados exteriores no se retirarán antes de 24 horas después del vertido de la última capa de hormigón.

Después de desencofrar, el hormigón se humedecerá exteriormente las veces que sea necesario para que el proceso de fraguado se realice satisfactoriamente, con un mínimo de 3 días.

4.41.4 Transporte y acopio de apoyos

Respecto al transporte y acopio de los apoyos se atenderá a lo expuesto en el apartado "Transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra" del presente Pliego de Condiciones.

Las torres y apoyos se acopiarán con antelación suficiente y en consonancia con el ritmo de montaje e izado, evitando que estén en el campo excesivo tiempo sin ser utilizadas. Los tornillos se acopiarán a medida que se vayan a utilizar.

Las cargas en almacén y descargas en el campo se efectuarán con los medios adecuados para que las estructuras no sufran desperfecto alguno.

Los accesos que se empleen serán los mismos, siempre que sea posible, que se usaron para las labores de excavación.

Se descargarán las estructuras de tal manera que se haga el menor daño posible a los cultivos existentes.

No está permitido el acopio en cunetas de carreteras, caminos, y en general, en lugares que impidan el normal tráfico de personas y vehículos.

4.41.5 Armado e izado de apoyos

No se podrá realizar modificación alguna en las barras y cartelas (corte de ingleses, taladros, etc.) ni sustitución de materiales. Cualquier modificación, bien sea en cartelas o angulares, deberá ser expresamente autorizada por el Director de Obra. La parte modificada deberá protegerse de la oxidación mediante la aplicación del correspondiente tratamiento de galvanizado con los productos de protección adecuados.

En general no podrán ser utilizados en obra para el montaje de los apoyos sopletes o elementos de soldadura eléctrica u oxiacetilénica.

En cada unión se utilizará la tornillería indicada por el fabricante en los planos de montaje.

Los tornillos se limpiarán escrupulosamente antes de usarlos, y su apriete será el suficiente para asegurar el contacto entre las partes unidas. La sección de los tornillos viene determinada por el diámetro de los taladros que atraviesa. La longitud de los tornillos es función de los espesores que se unen, de tal modo que una vez apretados deberán sobresalir de la tuerca al menos dos hilos del vástago fileteado para permitir el graneteado.

Como norma general, los tornillos estarán siempre orientados con la tuerca hacia el exterior de la torre, y en el caso de posición vertical (crucetas y encuadramientos), la tuerca irá hacia arriba

y se comprobará exhaustivamente en estos elementos su apriete y posterior graneteado. Se prohíbe expresamente golpear tornillos en su colocación.

Si el contratista observase que los tornillos no son los adecuados lo pondrá inmediatamente en conocimiento del Director de Obra.

Para el montaje de apoyos metálicos sólo se utilizará, para el apriete, llaves de tubo y para hacer coincidir los taladros, el punzón de calderero, el cual nunca se utilizará para agrandar los taladros.

Las herramientas y medios mecánicos empleados están correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

Las barras de los apoyos metálicos deberán ser comprobadas a pie de obra antes de ser montadas, con objeto de asegurarse que no han sufrido deformaciones y torceduras en el transporte, debiendo procederse a su deshecho y sustitución en el caso de que esto haya ocurrido.

El sistema de montaje dependerá del tipo de apoyo y podrá realizarse de los siguientes modos:

- Armado en el suelo para posteriormente izar la torre completa con grúa o pluma.
- Armado e izado por elementos (barras o cuerpos) de la torre mediante grúa o pluma.

Cuando el armado del apoyo se realice en el suelo, se realizará sobre terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con gatos y calces prismáticos de madera a fin de no producir deformaciones permanentes en barras o tramos.

Tanto en el armado en el suelo, como en el izado por elementos, no se apretarán totalmente las uniones hasta que la torre esté terminada y se compruebe su perfecta ejecución. El apriete será el suficiente para mantener las barras unidas.

En caso de roturas de barras y rasgado de taladros por cualquier causa, se procederá a la sustitución de los elementos deteriorados.

No podrán comenzar los trabajos de izado de los apoyos antes de haber transcurrido siete días desde la finalización del hormigonado de los anclajes.

El sistema de izado deberá ser el adecuado a cada situación y tipo de apoyo dentro de los habitualmente sancionados por la práctica (con pluma y cabrestantes, con grúas, etc.), evitando causar daños a las cimentaciones y sin someter a las estructuras a esfuerzos para los que no estén diseñadas. En cualquier caso los apoyos se izarán suspendiéndolos por encima de su centro de gravedad.

Una vez izados los apoyos deberán quedar perfectamente aplomados, salvo aquellos cuya función sea fin de línea o ángulo, a los que se les dará una inclinación de 0.5 a 1% en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores.

En el izado de apoyos con grúa, ésta habrá de tener una longitud de pluma y una carga útil de trabajo suficiente para poder izar el apoyo más desfavorable, teniendo en cuenta los coeficientes de seguridad exigibles en este tipo de maquinaria. No está permitido izar con grúa aquellos apoyos que por encontrarse en zonas de viñedos, frutales, huertas, etc., pudiera provocar daño en los cultivos. Los accesos de las grúas serán los mismos que los usados para la obra civil y los acopios.

En todos los casos en que se requiera el arriostrar la estructura o el apoyo con el fin de evitar deformaciones, se realizará por medio de puntales de madera o elementos metálicos preparados.

Para el izado de un apoyo que se encuentre en las proximidades de una línea eléctrica, es preceptiva la comunicación a la empresa propietaria de la línea de ésta circunstancia, al objeto de determinar si es necesaria la petición del descargo de la línea, o la conveniencia de tomar otras precauciones especiales.

Los posibles defectos que se observen en el galvanizado producidos como consecuencia de las operaciones de montaje e izado, serán subsanados con los productos de protección adecuados.

4.41.6 Puesta a tierra de apoyos

Para apoyos frecuentados se realizará una puesta a tierra en anillo cerrado, a una profundidad de al menos 0,50 m alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m. como mínimo de las aristas del macizo de cimentación, unido a los montantes del apoyo mediante dos conexiones. En terrenos donde se prevean heladas se aconseja una profundidad mínima de 0,80 m.

A este anillo se conectarán cuatro picas de cobre de manera que se garantice un valor de tensión de contacto aplicada inferior a los reglamentarios. En caso contrario se adoptará alguna de las tres medidas indicadas en el apartado "Clasificación de apoyos" según su ubicación con el objeto de considerarlos exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto.

4.41.7 Instalacion de conductores desnudos

No podrá realizarse el acopio de las bobinas en zonas inundables o de fácil incendio.

No podrá comenzarse el tendido de los conductores hasta transcurrido un tiempo mínimo de una semana desde la terminación del hormigonado de los apoyos. No obstante lo anterior, siempre

que sea posible, se procurará que el tiempo transcurrido entre la terminación del hormigonado y el comienzo del tendido sea lo mayor posible, siendo lo óptimo que haya transcurrido 28 días.

Antes del inicio de los trabajos, se revisará cada uno de los apoyos de cada uno de los cantones, comprobándose que en todos se cumplen las condiciones exigidas en los apartados anteriores de este Pliego de Condiciones. No podrán iniciarse los trabajos de tendido si a algún apoyo le faltasen angulares, tornillos sin el apriete final o sin granetear.

Las cadenas de aisladores, tanto de suspensión como de amarre, tendrán la composición indicada en los planos de montaje del proyecto. En el plano de perfil de la línea se reflejará el tipo de cadena a instalar en cada apoyo. La manipulación de los aisladores y de los herrajes se hará con el mayor cuidado, no desembalándolos hasta el instante de su colocación y comprobándose si han sufrido algún desperfecto, en cuyo caso la pieza deteriorada será devuelta a almacén y sustituida por otra.

Las cadenas de aisladores se limpiarán cuidadosamente antes de ser montadas en los apoyos. Su elevación se hará de forma que no sufran golpes, ni entre ellas, ni contra superficies duras y de forma que no experimenten esfuerzos de flexión los vástagos que unen entre sí los elementos de la cadena, que podrían provocar el doblado y rotura de los mismos.

Se cuidará que todas las grupillas de fijación queden bien colocadas y abiertas.

Los tornillos, bulones y pasadores de los herrajes y aisladores una vez montados quedarán mirando hacia la torre.

Para realizar la tarea de tendido de los conductores se colocarán poleas. Serán de aleación de aluminio y su diámetro en el interior de la garganta será, como mínimo 20 veces el del conductor. Cada polea estará montada sobre rodamientos de bolas suficientemente engrasadas y las armaduras no rozarán sobre las poleas de aluminio.

4.41.8 Tendido de conductores línea subterránea

La excavación se realiza en terreno de consistencia media.

Se colocará el correspondiente tubo de PE Ø160 mm por circuito (+1 tubo reserva adicional) en la zanja y la posterior introducción del conductor, se utilizarán las técnicas que actualmente se utilizan en este tipo de obras.

La unión entre tubos se realizará mediante simple enchufe del extremo abocardado y el recto. No se realizarán curvas ni quiebros en los tubos.

Las bobinas, en sus diversos movimientos, deberán ser trasladadas con sumo cuidado para evitar deterioros en los cables y mantener el carrete de madera en buen estado de conservación. Para ello en la carga y descarga se utilizarán mecanismos de elevación a muelles de descarga, para evitar choques bruscos de los carretes.

El tendido de conductores y especialmente los de aluminio-acero se ejecutará de forma que éste no sufra ningún daño por roce, aplastamiento u otras circunstancias. En general para cada tipo de conductor se seguirá el método más correcto aconsejado por la práctica, no debiendo exponer el conductor al peligro de que pueda ser dañado, ya que es irreparable.

En caso de emplearse tambores de frenado para el tendido de los cables serán necesarios dos tambores en serie, de diámetro no inferior a 60 veces el del conductor. Si se emplean cables piloto para ejercer la tracción en el momento del tendido, estos serán flexibles y antigiratorios, uniendo el cable conductor a través de burlones de rotación, para compensar los efectos de torsión.

Si durante el tendido se producen roturas de venas del conductor, el contratista debe consultar con la Dirección de obra la clase de reparación que se debe ejecutar. Los empalmes de los conductores se efectuarán por el sistema que se indique en las Condiciones Especiales y su colocación se hará de acuerdo con las disposiciones contenidas en el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

Las arquetas se colocarán en cada cambio de dirección de la línea y cada 40 metros aproximadamente en tramos de alineación recta (en casos concretos se podrá permitir mayor distancia). Serán prefabricadas de hormigón, con una tapa de fundición de tipo normalizado por la compañía distribuidora.

Cualquier quiebro o derivación que requiera la red se producirá mediante arqueta, tal y como se define en los planos del proyecto.

La forma y dimensiones de las zanjas y arquetas estarán de acuerdo con el número de conductores

4.41.9 Obra civil centro seccionamiento/transformación

La explanación comprende la excavación a cielo abierto con el fin de dar salida a las aguas y nivelar la zona de cimentación, para la correcta ubicación del C. seccto-C. Trafo según los datos suministrados por el Proyectista, comprendiendo tanto la ejecución de la obra como la aportación de la herramienta necesaria, y cuantos elementos se juzguen necesarios para su mejor ejecución, así como la retirada de tierras sobrantes.

Las dimensiones de la explanación se ajustarán en lo posible a los planos entregados, no pudiendo el Contratista variarlos sin autorización expresa de la Dirección de Obra.

El terreno sobre el cual deba ir situado el C. seccto – C. Trafo deberá haberse compactado previamente con un grado de compactación no menor al 90% de la densidad correspondiente para los materiales de relleno en el ensayo Próctor Modificado. La presión que el centro ejerza sobre el terreno no excederá de 1 kg/cm²

Se realizará la excavación del foso con las medidas indicadas por el fabricante, en función del modelo de edificio prefabricado a instalar.

Una vez realizada la excavación, y en primer lugar, se realizará el electrodo de puesta a tierra compuesto por el anillo conductor de 50 mm² Cu y el número de picas en función de la resistividad del terreno de acuerdo con el diseño del proyecto, y se medirá siempre el valor de la resistencia de puesta a tierra, que deberá ser coherente con el tipo de electrodo utilizado y con la resistividad del terreno.

Se realizará una acera perimetral de hormigón de 1 m de ancho, o como mínimo en la zona de acceso al C seccto- C.Trafo, a fin de tener un terreno de resistividad superficial elevada, y como medida de seguridad adicional.

4.41.10 Montaje electromecánico centro seccionamiento/transformación

Todas las operaciones de transporte y acopio de los materiales y aparata, incluidas la carga y descarga, han de ser efectuadas de forma que los materiales y aparata dispongan en todo momento de los embalajes de protección con los que han entregado los fabricantes y con el cuidado necesario para evitar golpes que puedan alterar su integridad y su correcto funcionamiento.

La carga se estibarán de forma que no se produzcan deformaciones permanentes evitando el uso de cadenas o estribos metálicos no protegidos.

Una vez descargadas las celdas de MT con ayuda de una grúa, se alineará el bloque según las instrucciones de montaje del fabricante, y se fijará provisionalmente para evitar deslizamientos.

Con objeto de asegurar el correcto funcionamiento de los aparatos de corte y seccionamiento, es imprescindible una correcta nivelación de las celdas que deberán descansar sobre sus cuatro puntos de apoyo y todo el grupo sobre el mismo plano.

En caso de celdas modulares, una vez acoplados todos los grupos, se unirán a las barras colectoras según las instrucciones del fabricante.

A continuación se procederá al anclaje definitivo de la celda a la fundación.

Para el montaje de los cables se seguirán las instrucciones del fabricante

Con temperaturas inferiores a 0°C no deben ser instalados los cables, pues pueden sufrir daños en el aislamiento al curvarlos.

Deberá evitarse que el extremo del cable choque contra alguna parte inferior de la unidad con el riesgo de arañarlo.

Cada transformador será depositado según los planos de planta del proyecto. Desde allí será arrastrado preferentemente sobre planchas metálicas, hasta su celda, colocándolo sobre las vigas de sustentación.

Para los puentes MT, los recorridos de los cables serán lo más cortos posible. Se tendrá en cuenta también los radios de curvatura mínimos a que deben someterse los cables, que serán los que marquen los fabricantes y la norma UNE correspondiente.

Las conexiones desde el transformador al cuadro de BT se realizarán con el número de ternas de cables indicado en el Proyecto. Se elegirá el recorrido más corto posible, sin que dificulte la colocación del transformador. Ningún circuito de BT se situará sobre la vertical de los circuitos de MT.

Se tendrá especial cuidado en colocar los cables de modo que no tapen, ni siquiera parcialmente, los huecos o rejillas de ventilación.

El cable deberá estar cortado con sierra y no con tijera o cizalla, colocándose en los extremos el terminal a compresión correspondiente a la sección del cable, no permitiendo en ningún caso ampliar el diámetro primitivo del orificio de dicho terminal.

Las puestas a tierra se ejecutarán de la forma indicada en la Memoria del presente proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación entre circuitos, constitución y valores deseados para las resistencias de puesta a tierra.

Las uniones y conexiones se realizarán mediante elementos apropiados, de manera que aseguren una perfecta unión, de forma que no haya peligro de aflojarse o soltarse. Estarán dimensionados a fin de que no experimenten calentamientos superiores a los del conductor al paso de la corriente. Así mismo estarán protegidos contra la corrosión galvánica.

4.42 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

4.42.1 Paneles fotovoltaicos

Cada generador fotovoltaico debe estar formado por módulos del mismo fabricante, tipo y modelo.

Los módulos deben ser resistentes al PID (Potential Induced Degradation)

El contratista aleatoriamente tiene que seleccionar el 1% de los módulos fotovoltaicos y encargar un laboratorio homologado con la verificación del cumplimiento de las especificaciones del fabricante.

- Tolerancias y condiciones de aceptación, rechazo o penalización

Para aceptar el material deberá de disponer de los documentos acreditativos del cumplimiento de la normativa, así como venir acompañado de un flash-report, que incluya al menos el modelo y/o número de serie de los paneles y los valores Pmax, Vpm, Ipm. La tolerancia admitida para la potencia máxima de cada módulo fotovoltaico será: 0 ~ +5 W.

- Condiciones de la ejecución o proceso constructivo

La instalación de los módulos se realizará una vez concluida y verificada la correcta ejecución de su estructura y soporte. La fijación de los módulos a la estructura se realizará según el procedimiento y puntos de anclajes recomendados por el fabricante. La orientación de los módulos será la indicada en el proyecto de ejecución y su colocación se realizará de modo que sea posible la interconexión de los módulos mediante su propio cableado, evitando los posibles obstáculos que la estructura pueda suponer.

Los terminales de todos los módulos y también los de todos los cables entre los módulos y las cajas de conexión deben ser del mismo modelo y fabricante (o declaración de compatibilidad) para asegurar buenas conexiones. Su colocación debe ser tal que no resulten proclives a la acumulación de polvo, arena o agua, para evitar cortocircuitos y degradación prematura.

El cableado cc debe estar sujeto a la estructura de soporte mediante elementos resistentes al UV o discurrir por canaletas para evitar roces contra objetos cortantes de la estructura, que puedan dañar su aislamiento y también para evitar enganches ocasionales.

Los módulos no deben exhibir ningún tipo de “puntos calientes” cuando no hay sombras sobre ellos.

- Medios e instalación por exigir durante la construcción

Se realizará por personal cualificado y formado previamente, empleando los medios de elevación y protección individual necesarios para evitar caídas a distinto nivel. Tras la colocación de los módulos en las estructuras, se habrá de verificar la correcta alineación y perfecto estado.

Se procederá con la limpieza del campo fotovoltaico una vez concluidos los trabajos y previo a la recepción provisional de la instalación.

- Precauciones durante la construcción

Cuando está expuesto a la luz solar directa, un solo módulo puede generar más de 30 V de CC. El contacto con una tensión de 30 V o más de CC es peligroso.

Preferiblemente, como medida de protección frente al contacto indirecto, los polos del generador fotovoltaico no deben estar puestos a tierra.

- Forma de medición y abono de la unidad de obra y de las partidas alzadas

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas hasta completar la potencia a conectar por inversor y puesta en marcha según especificaciones de Proyecto.

- Garantía

Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 12 años. La Tasa de Degradación no deberá exceder el 1 % en el primer año a partir de la Fecha de Inicio y un 0,5 % adicional cada año a partir del comienzo del segundo año hasta 25 años después de la Fecha de Inicio. Con estos valores se obtiene que la Potencia de Salida Máxima en el año 25 no será inferior al 87 % de la potencia inicial del módulo fotovoltaico.

4.42.2 Estructura de soporte

Las estructuras de soporte deben ser rígidas y resistentes a las cargas y rachas de viento de acuerdo con UNE-EN 1991:2019, Eurocódigo 1: Acciones en estructuras y deben estar protegidas contra la corrosión en ambientes iguales o superiores a C4 según la norma UNE-EN ISO 9223:2012, Corrosión de los metales y aleaciones. Corrosividad de atmósferas. Clasificación, determinación y estimación.

La estructura soporte debe facilitar el rápido drenaje de agua en caso de lluvias torrenciales evitando la acumulación de agua.

En el sistema de montaje de la estructura soporte se debe prever un margen aceptable para el fenómeno de expansión térmica de todos los componentes.

Los anclajes y tensores de las estructuras de soporte deben estar claramente marcados para un fácil mantenimiento.

- Tolerancias y condiciones de aceptación, rechazo o penalización Tolerancias y condiciones acorde a la oferta correspondiente.
- Condiciones de la ejecución o proceso constructivo
- Garantía y documentación exigida

El Contratista aportará certificado de ensayos a la estructura y de medición de espesor de galvanizado. Se deberá alcanzar un espesor igual o superior al indicado en la oferta. La garantía ofrecida por el fabricante de las estructuras deberá ser como mínimo igual a la vida útil de la instalación, es decir, un mínimo de 25 años, frente a corrosión y daños estructurales.

4.43 INSTALACION ELÉCTRICA BT

La instalación eléctrica BT se ajustará al Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y a sus Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC BT.

El recorrido de los tubos se indicará previamente sobre los muros y se someterá a la aprobación del Director de Obra, antes de proceder a su ejecución definitiva. Se salvarán las curvas en cuanto sea posible. No se tolerará derivación alguna sin su correspondiente caja. Se cuidará que el agua no pueda quedar alojada en las bolsas formadas por los tubos y de modo que no encuentre salida por los registros. La ejecución de los tubos antes del enlucido podrá hacerse con yeso. Una vez colocados los tubos no se enlucirá ninguna poza sin que lo ordene el Ingeniero Director.

No se permitirá la unión de conductores (empalmes y/o derivaciones) mediante retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberán utilizarse siempre bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Siempre deberán venir dentro de cajas de empalme o derivación.

Las cajas de registro han de quedar rasantes con el enlucido o con el forjado de los muros. Estas cajas serán de fundición y de los tipos llamados pesados si van empotradas en los muros. Los conductores no se colocarán hasta que la red esté colocada y seca. Las obras se medirán por puntos y unidades colocadas.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de toma una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598:2015, Luminarias. La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

4.44 EQUIPOS DE BOMBEO

Manipulación.

Para la manipulación de los equipos se han de utilizar sistemas de elevación y transporte adecuados y conformes con las normativas de seguridad.

El motor eléctrico se debe manipular utilizando los puntos de amarre previstos al efecto y que generalmente se trata de unas anillas situadas en la parte superior de la carcasa.

Para manipular el conjunto bomba/motor, se utilizará una eslinga que pasará por la base de la bancada de manera que se asegure la estabilidad durante la elevación y desplazamiento. En ningún caso utilizar la anilla situada sobre motor o bomba.

Montaje e instalación.

CIMENTACIÓN

La cimentación tendrá las dimensiones adecuadas para que se absorban las vibraciones que se puedan producir durante el funcionamiento.

Los grupos se instalarán una vez haya fraguado el hormigón de la cimentación y nivelarlo, si es necesario, con ayuda de galgas. Una vez situado sobre la cimentación proceder al llenado de los cajetines de los pernos de anclaje.

Cuando se tenga la certeza de que el fraguado es completo, se podrán apretar firmemente las tuercas de los pernos. Con la ayuda de un nivel se verificará la correcta nivelación del conjunto.

Una vez efectuada la instalación sobre la cimentación, se comprobará la perfecta alineación bomba-motor.

ALINEACIÓN DE LOS GRUPOS

La alineación de los grupos se realizará en fábrica pero se revisará una vez se hayan conexionado las tuberías y antes de poner en marcha los grupos. Se controlará en su instalación por la posibilidad de que sufra variaciones durante el transporte.

Se verificará que el sentido de giro del motor coincide con el sentido de giro de la bomba.

El acoplamiento semielástico estará perfectamente alineado. Un mal alineamiento puede provocar un desgaste de los elementos elásticos del acoplamiento (flectores), del cierre mecánico de la bomba y rodamientos del motor. Puede también generar vibraciones y dañar el eje.

El acoplamiento bomba-motor saldrá de fábrica debidamente alineado, no obstante para comprobar el alineamiento de la bomba y el motor, se verificará, con la ayuda de un regle, la perfecta alineación de los dos manguitos. Esta operación se debe repetir en al menos dos puntos, de la periferia del acoplamiento elástico, separados como mínimo 90°.

Una vez comprobado el alineamiento y antes de proceder al arranque del grupo se deben montar las protecciones de las partes móviles para garantizar los requisitos de seguridad.

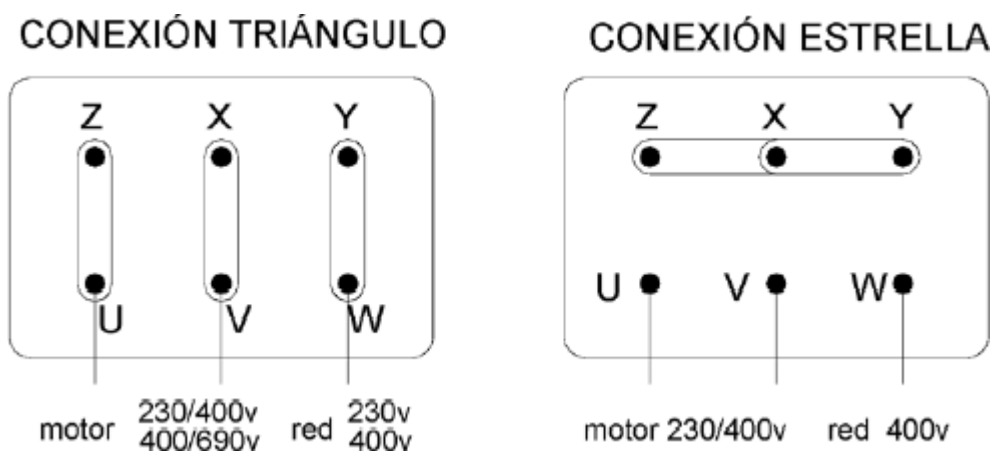
CONEXIONES ELÉCTRICAS

Las conexiones eléctricas se realizarán por personal cualificado.

Antes de realizar el conexionado de los motores, se comprobará que las partes eléctricas en las que se operará no están conectadas con la red de alimentación.

Los cables de tierra se conectarán al circuito de tierra de la instalación antes de conectar los restantes conductores.

La correcta conexión para el caso de arranque directo y línea trifásica con tensión de red 230 V y 400 V será la siguiente.



Para realizar el arranque en configuración estrella o triángulo se quitarán las plaquitas puente de la caja de bornes y se conectarán los bornes del motor con los correspondientes del arrancador.

Se controlará que los valores de la tensión y la frecuencia de la red de alimentación coinciden con los indicados en la placa de características del motor, según sea la conexión estrella o triángulo.

Funcionamiento, puesta en marcha y paro.

No se utilizará una bomba para un servicio distinto para el cual ha sido preparada. Si las condiciones en la instalación varían, se determinarán los cambios necesarios para adecuarla a las nuevas exigencias.

PUESTA EN MARCHA

Antes de la puesta en marcha se tendrán en cuenta las siguientes indicaciones:

- Se comprobará el perfecto cebado de la bomba y tubería, el fluido debe desbordar la instalación para garantizar que se ha eliminado el aire, sobre todo en la aspiración.
- La empaquetadura estará perfectamente colocada y apretada suavemente.
- Se comprobará con la mano que el eje gira fácilmente.
- Se comprobará la alineación del grupo.
- Se verificará que el sentido de giro es coincidente con el indicado por la flecha que está situada en el cuerpo de la bomba.
- En el caso e que la lubricación sea por aceite, se comprobará el nivel de llenado de la caja de rodamientos.
- Se comprobará que se han montado todas las protecciones de las partes móviles.

Si se realiza por arranque directo, la primera puesta en marcha, una vez efectuadas todas las comprobaciones, debe realizarse con la válvula de impulsión cerrada, para reducir al mínimo el consumo de la bomba. Cuando se haya alcanzado la velocidad de régimen, se abrirá lentamente la válvula, observando al mismo tiempo la variación de consumo, hasta la total apertura de la misma. En régimen normal, el consumo medido en amperios, no debe superar al que se indica en la placa del motor. Todas estas operaciones en el arranque con la válvula, no serán necesarias en el caso de que el arranque se realice progresivamente ya sea con arrancadores estáticos o con variadores.

PARO DE LA BOMBA

Para proceder a la parada del equipo, la válvula reguladora deberá llevarse a la misma posición, que la mantenida durante la puesta en marcha. Podríamos efectuar la parada con la válvula de regulación abierta en el caso de que la instalación esté dotada con dispositivos antiarriete, arrancadores estáticos o variadores que provoquen una parada progresiva de los motores.

Se controlará que la deceleración del motor sea normal y una vez se haya parado se cerrarán los circuitos auxiliares.

Para períodos largos de parada de los equipos se debe vaciar por completo la bomba y las tuberías, para evitar los riesgos de helada durante el invierno y la posible oxidación de los elementos mecánicos que se pueda originar por el líquido estancado.

Gestión y controles.

- El funcionamiento debe ser silencioso y exento de vibraciones. Se controlará transcurridas las primeras 200 horas de utilización, la perfecta alineación del equipo bomba-máquina motriz.
- Se verificará que el caudal y la presión de servicio se corresponden con los determinados en los campos de trabajo.
- Para los equipos con motor eléctrico, se controlará que la corriente absorbida no supere los valores indicados en la placa de características del motor.
- El calor producido por el frotamiento de la empaquetadura con el eje se elimina por refrigeración con el mismo líquido bombeado para lo cual se debe garantizar un goteo leve. Si el goteo es elevado y no puede reducirse mediante el apriete del prensa estopas, será necesario sustituir la estopada.

4.45 PERFORACIONES HORIZONTALES

Antes de comenzar la ejecución de la perforación, se exigirá al Contratista para su aprobación expresa, una memoria del cálculo mecánico de la misma, garantizando que la tubería de acero a emplear para la ejecución de la hinca soportará la carga de tráfico y las condiciones del terreno.

El adjudicatario notificará, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier implantación/perforación, a fin de que se puedan efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado y establecer los condicionantes de trabajo necesarios. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización de la dirección facultativa.

Se iniciarán las obras de excavación ajustándose a las alineaciones, pendientes y dimensiones que ordene la dirección facultativa.

Se eliminarán los elementos que puedan entorpecer los trabajos de ejecución de la partida. A la vez que avanza la cabeza, se irán retirando hacia el exterior los materiales excavados. La dirección de la hinca se controlará de forma continua, mediante un láser situado en el pozo de ataque, que incide sobre un retículo situado en la cabeza de avance.

En caso de imprevistos (terrenos inundados, olores de gas, restos de construcciones, etc.) se suspenderán los trabajos de manera inmediata.

La empresa adjudicataria será responsable de aquellos daños que se causen en la obra como consecuencia de la instalación de la tubería, así como a terceras personas.

4.46 GESTIÓN DE RESIDUOS

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Es obligación del Contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad, de los certificados de los contenedores empleados, así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la entidad autonómica competente.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como de ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15 cm a lo largo de todo su perímetro. En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor/envase y el número de inscripción en el registro de

transportistas de residuos. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor, adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que presta servicio.

En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados. La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos. La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales. Asimismo, los residuos de carácter urbano generados en las obras (resto de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón serán tratadas como escombros.

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible en

caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

4.47 UNIDADES NO INCLUIDAS EN EL PRESENTE PLIEGO

Las unidades de obra que no se han incluido en el presente Pliego de Condiciones, se ejecutarán de acuerdo con lo sancionado por la costumbre como reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale el Ingeniero Director.

4.48 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:**

- 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).

5 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

5.1 NORMAS GENERALES

La valoración de las obras se realizará aplicando a las unidades de obra ejecutada, los precios unitarios que para cada una de las mismas figuran en los Cuadros de Precios que figuran en el presupuesto, afectados por los porcentajes de costes indirectos y gastos generales. A la cantidad resultante se añadirá el Impuesto Sobre el Valor Añadido vigente.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego de Condiciones Técnicas. Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados, afectados por el proceso de ejecución de las obras, construcción y mantenimiento de cambios de obra, instalaciones auxiliares, etc.

La Dirección de Obra examinará la relación valorada y dará el visado de conformidad o hará en caso contrario las observaciones que estime oportunas.

La Dirección de Obra emitirá la certificación a partir de la relación valorada, en concepto de pagos a buena cuenta, sujetos a las rectificaciones y variaciones que se produzcan en la medición final y sin suponer en forma alguna aprobación y recepción de las obras que comprende.

La medición del número de unidades que han de abonarse se realizará en su caso de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciere a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que la Dirección Facultativa consigne.

Para la medición de las distintas unidades de obra, servirán de base las definiciones contenidas en los planos del proyecto, o sus modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa.

La valoración de las obras añadidas o detraídas, de las modificaciones realizadas se realizará aplicando a las unidades de obra ejecutadas, los precios unitarios que para cada una de ellas figuren en el Cuadro de Precios.

Cuando en la liquidación o medición de las obras por causa de modificaciones, suspensión, resolución o desistimiento, se constatará la ejecución incompleta de unidades incluidas en el contrato y dentro de los programas de trabajos establecidos, El Contratista tendrá derecho al

abono de la parte ejecutada, tomándose como base única para la valoración de las obras elementales incompletas, los precios que figuren en el Cuadro De Precios Unitarios.

En caso de que en el desarrollo de las obras se observara la necesidad de ejecutar alguna unidad de obra no prevista en dicho cuadro, se formulará por la Dirección Facultativa el correspondiente precio de la nueva unidad de obra, sobre la base de los precios unitarios del cuadro de precios y su descomposición. En caso de que no fuera posible determinar el precio de la nueva unidad de obra con arreglo a tales referentes, los nuevos precios se fijarán contradictoriamente entre la dirección de Obra y El Contratista. En este supuesto, los precios y los rendimientos contradictorios se deducirán (por extrapolación, interpolación o proporcionalidad) de los datos presentes en los anexos al contrato, siempre que sea posible. En todo caso, el abono en cuestión exigirá la previa conformidad escrita de la Dirección de Obra.

En caso de que la unidad de obra objeto de precio contradictorio se ejecutase antes de la determinación definitiva del citado precio, se certificará en aquel mes según el precio propuesto por la Dirección de Obra. Una vez alcanzado mutuo acuerdo sobre el mismo o resuelto el arbitraje fijándolo, la Dirección de Obra abonará o descontará la diferencia con la actualización equivalente al tipo de interés legal, fijado en la Ley de Presupuestos, pudiendo realizar tal reducción, en su caso, descontando su importe de la suma a pagar al Contratista en el vencimiento inmediato siguiente.

El Contratista estará obligado a ejecutar las unidades de obra no previstas en el Cuadro de Precios Unitarios que expresamente le ordene la Dirección de Obra, fijándose el importe del precio contradictorio de esta unidad.

5.2 DEMOLICIONES

Este artículo se refiere a la aplicación del precio de demolición de obras de fábrica macizas.

Éste será aplicable única y exclusivamente a cualquier obra de fábrica existente que sea preciso demoler a fin de realizar la obra, así como a la demolición de firmes de las carreteras y caminos existentes y a la demolición en los cruces con acequias.

Este precio comprende la mano de obra y las operaciones necesarias para la demolición de las obras indicadas, y no incluye la carga y transporte a vertedero de los productos resultantes.

5.3 DESBROCES

Se refiere a la aplicación del precio correspondiente al desbroce del manto vegetal. El precio

comprende las operaciones de despeje, desbroce y excavación de todo tipo de vegetación, incluidos en los primeros veinte centímetros, según se indique en los cuadros de Precios.

5.4 EXCAVACIONES

Todas las unidades de obra de excavación, explanación y desmonte se medirán en volumen por metros cúbicos.

La medición se calculará por diferencia según el eje de las zanjas entre los perfiles naturales obtenidos del estado previo del terreno antes de la excavación y los deducidos de las secciones definidas en los planos de proyecto o en sus modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa.

El cálculo de volúmenes se realizará en base a las anchuras de base de excavación y taludes definidas en las secciones tipo de los planos proyecto, adoptando como profundidades de tierra y roca excavadas los datos reales tomados del movimiento de tierras realizado y aprobado.

El contratista viene obligado a poner en conocimiento de la Dirección Facultativa la aparición de roca en las excavaciones, tanto en explanaciones y desmonte como en apertura de zanjas, con objeto de que pueda definirse la superficie de separación tierra - roca que sirva para efectuar las mediciones correspondientes. La no observancia a la Dirección Facultativa llevará consigo que se cubique como si fuese tierra toda la excavación realizada. El precio de excavación de zanja en roca se aplicará cuando toda ella se efectúe sobre este tipo de material. Este precio incluye todos los materiales y medios necesarios para la excavación, incluso explosivos.

No se medirá ni abonará ningún exceso que el Contratista realice sobre los volúmenes que se deduzcan de los datos contenidos en los planos y órdenes que reciba de la Dirección Facultativa antes del comienzo o en el curso de la ejecución de las mismas. En las zanjas y excavación de cimientos, los taludes y anchura que servirán para efectuar la cubicación de abono al Contratista serán, para cualquier clase de terreno, los marcados en los planos. Los perfiles del Proyecto se comprobarán o modificarán al efectuarse el replanteo de las obras y al pie de las diversas hojas figurará la conformidad del Ingeniero Director y del Contratista o de las personas en quienes deleguen estos. Durante la ejecución de las obras se sacarán cuantos perfiles transversales se estimen necesarios, firmándose igualmente las hojas por ambas partes. No se admitirá ninguna reclamación del Contratista sobre el volumen resultante que no esté en las hojas anteriormente citadas.

En el caso del precio de excavación en zanja, para colocación de tuberías, el precio incluye la excavación, carga y transporte, así como la compactación de la solera de la zanja para tubería. No será de abono los nichos para mejor colocación de las juntas.

Además, incluye el transporte a acopios para posterior utilización y el transporte a vertedero de los productos sobrantes o desechables. En este precio se considera incluido igualmente el mayor volumen a transportar debido al esponjamiento. Los vertederos una vez agotados, se enrasarán y acondicionarán en las condiciones estéticas señaladas por la Dirección de Obra, estando esta operación incluida como parte proporcional de la excavación correspondiente.

Igualmente, y si no existe prescripción en contra, en el precio de excavación se incluyen las entibaciones necesarias así como las labores de agotamiento del agua en la excavación en tanto ésta se encuentre abierta. Se incluye también en el precio el establecimiento de barandillas y otros medios de protección que sean necesarios; la instalación de señales de peligro, tanto durante el día como durante la noche; el establecimiento de pasos provisionales durante la ejecución de las obras tanto de peatones como de vehículos, el apeo y reparación de las conducciones de agua, teléfonos, electricidad, saneamiento y otros servicios y servidumbres que se descubran al ejecutar las excavaciones para terminar completamente la unidad de obra y dejar el terreno inmediato en las condiciones preexistentes

En caso de desprendimientos o riesgo de los mismos en los taludes de la excavación efectuada, el Contratista dispondrá los medios humanos y mecánicos necesarios para la retirada de los materiales desprendidos y/o para el saneo de la zona atendiendo las órdenes de la Dirección Facultativa. Estos medios no serán de abono, ni tampoco los desperfectos ocasionados por el desprendimiento sobre materiales existentes en acopio o tajos en curso (encofrados, hormigonados, etc.) ni serán atendibles alteraciones en el plazo por dicha causa salvo autorización expresa por escrito de la Dirección Facultativa.

5.5 TERRAPLENES

Este Artículo se refiere a la aplicación de los precios que hacen alusión a todo tipo de terraplenes a realizar en el presente proyecto.

El precio correspondiente a terraplén compactado con tierras procedentes de la excavación será aplicable al terraplén compactado con materiales procedentes de la excavación siempre que estos cumplan las especificaciones indicadas en este Pliego.

El abono de los terraplenes se hará en base a los perfiles tomados una vez realizado el rebaje y las superficies finales compactadas, de acuerdo con las indicaciones del Ingeniero Director.

Estos precios además de las partidas nombradas en las normas generales comprenden el extendido de las tierras en tongadas, su humidificación y compactación, refino posterior, así cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Administración.

5.6 TRANSPORTE ADICIONAL

La medida del transporte adicional será hecha por los m³ - kilómetro realmente transportados y utilizados en las obras, obtenido de acuerdo con las condiciones mencionadas en el presente Pliego. A las medidas así obtenidas les será aplicado el precio del transporte adicional recogido en el Cuadro de Precios.

Este precio solo será aplicable por tanto para distancias superiores a los 3 kilómetros y con la aprobación previa del Ingeniero Director.

5.7 RELLENOS

Este Artículo se refiere a la aplicación de los precios que hacen referencia al relleno de zanjas, del Cuadro de Precios.

La medida y pago de los rellenos se hará, en general, mediante la aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios, a las mediciones efectuadas por diferencia entre los perfiles del terreno obtenidos antes de comenzar las operaciones para ejecutar los rellenos terminados, de acuerdo con los planos del Proyecto o con lo establecido por el Ingeniero. El precio incluye el extendido, la compactación y mantenimiento de los rellenos. Las operaciones de proceso y humectación de los materiales estarán también incluidas en los precios correspondientes. En general el precio abarca todas las operaciones y costes derivados de la operación en su totalidad y que incluye: cánones y costes de compra de material, transporte, carga y transporte desde acopios intermedios de obra, rampas de acceso a la excavación, vertido, extensión y compactación. Igualmente incluye las operaciones de seleccionado o criba del material cuando se exija o sea necesario.

5.8 OBRAS DE COMPACTACIÓN

Se medirán los metros cúbicos (m³) de terreno realmente construidos y se valorarán a los precios unitarios expresados en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

5.9 HORMIGONES

Se refiere este Artículo a las normas que regirán en la aplicación de los precios que hacen referencia a los hormigones, tanto en masa como para armar, del Cuadro de Precios.

Los precios de hormigones a que se refiere este Artículo se abonarán únicamente a los metros cúbicos realmente colocados en obra y tienen incluidos todos los materiales, incluso cualquier clase de aditivos, fabricación, transporte y colocación y conservación hasta el fraguado de treinta días y se entenderán de aplicación con independencia de que los recintos de hormigonado contengan o no armaduras y cuyo volumen no se deducirá de la medición de abono. También comprenden la terminación de superficies hormigonadas en las condiciones específicas o que prescribirá el Ingeniero Director.

Dentro del precio de los hormigones se entienden incluidos los costes de los ensayos que se especifican en el Capítulo IV, en cantidad y condiciones.

Siempre se aplicará el precio del nombre del hormigón que figure en los planos o que haya sido ordenado por escrito por el Ingeniero Director. En caso de duda o duplicidad de nombres de deberá consultar al Ingeniero Director, que decidirá cuál debe emplearse.

5.10 ENCOFRADOS

Se refiere este Artículo a la aplicación de los precios correspondientes a los encofrados independientemente de que éstos sean planos o curvos, del Cuadro de Precios.

El encofrado se clasificará, a efectos de abono, de acuerdo con la situación dentro de las obras de acuerdo con la clasificación establecida en el Cuadro de Precios. Debe entenderse que dichos precios corresponden al coste medio de los encofrados para cada una de dichas obras, independientemente de su situación, clase y otras circunstancias.

El precio del encofrado de una determinada obra se aplicará por tanto a todos los encofrados dentro de dicha obra.

Cuando el Ingeniero Director ordenase ejecutar una obra fuera de las previstas en el Proyecto, el precio del encofrado se asimilará al del encofrado de una obra provista de precio específico y cuya relación entre los encofrados de los diversos tipos sean semejantes.

El encofrado será medido como el área del encofrado en contacto con las superficies de hormigón que deben ser sostenidas.

En todos los casos los precios citados incluyen los apeos para colocación del encofrado, los elementos de amarre, soporte o arriostramiento y el desencofrado.

5.11 ARMADURAS

Se refiere este Artículo a la aplicación de los precios del Cuadro de Precios que hace referencia al acero, tanto para armaduras como aceros laminados.

Estos precios comprenden el suministro e instalación del acero de refuerzo necesario para la construcción de las estructuras de hormigón que formarán parte de la obra y deberá incluir el suministro de todos los materiales, instalaciones, equipo y mano de obra necesarios para completar esta parte de la obra y todos los trabajos relacionados con la misma, los cuales no tendrán medida ni pago por separado.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Los espaciadores, ganchos y demás accesorios que se utilicen para la fijación del refuerzo durante la colocación del hormigón.
- El acero de refuerzo para hormigón que el Contratista use para su propia conveniencia y sin que sea ordenado por el Ingeniero Director.
- Los ensayos que deba realizar la Administración para obtener criterios de aceptabilidad del acero de refuerzo para cuando el Contratista no suministre evidencia satisfactoria de que el acero de refuerzo suministrado a la obra cumple con los requisitos aquí especificados.
- El suministro y mantenimiento de una máquina dobladura y existencia adecuada de varillas de acero de refuerzo que permitan ejecutar rápidamente las adiciones o revisiones necesarias cuando las operaciones de doblado vayan a ser realizadas por un proveedor cuyas instalaciones se encuentren fuera de la obra.
- El suministro de refuerzo adicional que sea requerido cuando el Contratista introduzca solapes o uniones adicionales a las que se muestren en los planos y éstas sean aprobadas por el Ingeniero Director.
- Los trabajos y costos adicionales que puedan resultar del reemplazo de uniones por solape por uniones soldadas realizadas por conveniencia del Contratista y que sean aprobadas por el Ingeniero Director.

- Los materiales necesarios para colocar la malla electrosoldada.

La medida para el pago de varillas de acero de refuerzo será el peso en kg de las varillas instaladas, el cual será calculado con base en los pesos nominales por unidad de longitud que certifique el fabricante para cada uno de los diámetros de las varillas de refuerzo y en las longitudes de las varillas mostradas en los planos, o las que indique el Ingeniero Director.

El pago por el suministro del acero de refuerzo se hará al precio correspondiente al acero B500S, recogido en el Cuadro de Precios, que incluye el manejo, almacenamiento, doblado, solapes, colocación y construcción de elementos de soporte, todo de acuerdo con lo especificado.

La medida para el pago de malla electrosoldada será la cantidad en metros cuadrados de malla debidamente instalada, y aceptada por la Administración.

El pago por el suministro de la malla electrosoldada incluirá el manejo, almacenamiento, doblado, y colocación de la malla.

El peso específico para la determinación del material a abonar se tomará igual a siete con ochenta y cinco (7,85) kilopondios por decímetro cúbico.

5.12 MALLAS ELECTROSOLDADAS

En el caso del acero en mallazo electrosoldado para armado de forjados y soleras se medirá por metro cuadrado (m²) previstos en planos y/o mediciones debidamente autorizadas y se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios 1 del Presupuesto incluyendo colocación, solapes, pérdidas, despuntes, atados, separadores, rigidizadores y soportes.

5.13 FÁBRICA DE LADRILLO O BLOQUE

Las fábricas de ladrillo o bloque se abonarán por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados medidos sobre los planos autorizados. Los precios incluyen los ladrillos o bloques y sus piezas especiales, morteros, hormigones de relleno, armaduras, mano de obra, medios auxiliares y, en general, todos los elementos necesarios para la correcta terminación de la unidad de obra, a juicio de la Inspección Facultativa. Los precios incluyen además los trabajos singulares de unión con los pilares y bordes de huecos con los aparejos, que se definen en los planos.

Solamente se abonarán aparte, los excesos de armaduras sobre los indicados en los Planos, motivados por órdenes expresa de la Inspección de obra.

Serán a descontar los huecos ocupados por ventanas, puertas o cualquier tipo de hueco en la obra.

Cuando el título del Precio indique el empleo de bloques y mortero coloreados, la modificación de color por parte de la Inspección Facultativa, no supondrá variación alguna en el importe de abono que figure en el Cuadro de Precios.

5.14 FALSOS TECHOS

En el caso del falso techo de la estación de bombeo y filtrado se medirá por metro cuadrado (m²) previstos en planos y/o mediciones debidamente autorizadas y se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios 1 del Presupuesto incluyendo colocación.

5.15 ENFOSCADOS

La medición y valoración se efectuará siguiendo los criterios expuestos en los enunciados contenidos en cada partida relativa a este tipo de trabajos, en los que se definen los diversos factores contabilizados (tipo de mortero, de paramento a revestir, exigencias de acabado, descuento o no de huecos, empleo de medios auxiliares y elementos de seguridad, etc.) para entregar el elemento terminado, en condiciones de servicio, y que influyen, lógicamente, en el precio descompuesto resultante. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

5.16 FORJADOS DE PLACAS ALVEOLARES.

Se medirá por metro cuadrado (m²) de superficie ejecutada entre caras exteriores de muros o vigas de apoyo, descontando huecos de cualquier tipo. Se seguirán los criterios reflejados en las mediciones. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

5.17 ANCLAJES, SOPORTES, CONTRARRESTOS DE HORMIGÓN Y METÁLICOS

Se medirán por unidades realmente ejecutadas según las especificaciones en los planos o según las órdenes de la Dirección Facultativa y se abonará a los precios correspondientes del Cuadro de Precios, incluyendo dichos precios tanto las posibles excavaciones localizadas, los anclajes de hierro efectuados con redondo de armar, los encofrados en madera cepillada, el hormigón

correspondiente totalmente colocado y el galvanizado en caliente de los contrarrestos metálicos, así son la tornillería bicromatada y las juntas de asiento que fueran necesarias.

5.18 CARPINTERÍA METÁLICA

5.18.1 Puerta de acero

La medición y valoración se realizará por unidad de puerta, realizada con perfiles de acero, indicando características de los perfiles y, en su caso, el tipo de tratamiento de los mismos. Se incluirá en el precio el corte, la elaboración, montaje, sellado de uniones y limpieza, así como cualquier otro elemento u operación necesaria para dejar la puerta en condiciones de uso.

Indistintamente, se podrá realizar la medición y valoración por metro cuadrado (m²) de puerta o superficie del hueco a cerrar, considerando e incluyendo los conceptos indicados.

Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

5.18.2 Carpintería de aluminio

La medición y valoración se realizará por unidad de puerta o de ventana, para recibir acristalamiento, realizada con perfiles de aluminio, indicando características de los perfiles y anodizado o tipo de tratamiento de los mismos. Se incluirá en el precio el corte, la elaboración, montaje, sellado de uniones y limpieza según NTE-FCL, así como cualquier otro elemento u operación necesaria para dejar la ventana en condiciones de uso.

Alternativamente, se podrá realizar la medición y valoración por metro cuadrado (m²) de puerta o ventana, considerando e incluyendo los conceptos indicados. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

5.19 CUBIERTAS

La medición y valoración se efectuará por metro cuadrado (m²) medido en verdadera magnitud, que es el criterio expuesto en los enunciados contenidos en cada partida que constituye la medición o presupuesto, en los que se definen los diversos factores contabilizados (tipo de chapa o panel para la formación del faldón y cobertura, tipo de protección industrial de las chapas, parte proporcional de solapes, accesorios de fijación, piezas especiales, encuentros con paramentos, empleo de medios auxiliares y elementos de seguridad, etc.) para entregar el elemento terminado

y en condiciones de servicio y que, obviamente, influyen en el precio descompuesto resultante. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

5.20 ASPIRADOR GIRATORIO

La medición y valoración se efectuará por unidad, que es el criterio expuesto en los enunciados contenidos en cada partida que constituye la medición o presupuesto, en los que se definen los diversos factores contabilizados para entregar el elemento terminado y en condiciones de servicio y que, obviamente, influyen en el precio descompuesto resultante. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

5.21 TUBERÍAS

Se refiere a la aplicación de los precios correspondientes a las tuberías, independientemente del material que sean éstas, del Cuadro de Precios.

Las tuberías se abonarán por metro lineal realmente ejecutado según el eje de la conducción, descontando los metros ocupados por las piezas especiales, hidrantes y demás componentes; no se tendrá en cuenta en la medición las partes de tubería instalada introducidas en piezas especiales, accesorios y otros componentes. El abono incluye el suministro de los tubos cortados en módulos y longitudes que permitan adaptarse a los radios de trazado proyectados, la colocación en la zanja, la ejecución de las uniones y la ejecución de las pruebas hidráulicas y no hidráulicas que ordene el Director de Obra.

No se efectuará la certificación de ninguna partida de conducciones sin que se hallan realizado las pruebas hidráulicas correspondientes, tantas veces como sea necesario hasta obtener un resultado satisfactorio. Estas pruebas serán realizadas por un laboratorio homologado, que designará la Dirección de Obra e irán a cargo del Contratista tal y como dicta este pliego. El abono se efectuará aplicando los precios que aparecen en el presupuesto ofertado por la contrata.

Las tuberías se medirán y abonarán por metros lineales completamente instalados y funcionando.

Todos los precios comprenden, aunque literalmente no se diga, la compra del material, instalación, juntas y su montaje, pruebas de funcionamiento y gastos generales.

5.22 ACCESORIOS DE TUBERÍAS

Todos los accesorios (codos, té, manguitos, empalmes etc.) se medirán por el peso de cada pieza realmente instalada según especificaciones de proyecto o Dirección Facultativa, a los precios señalados para cada una en el Cuadro de Precios, que incluyen la carga y transporte desde los lugares de acopio a los tajos, su colocación y los medios auxiliares, como juntas y tornillería cincada.

Indistintamente podrán incluirse los precios de las piezas especiales como un porcentaje dentro de la unidad de obra de m.l. de tubería, esto se efectuará así para las conducciones de PEAD (según diámetros definidos en presupuesto).

5.23 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

La lámina de impermeabilización se medirá y abonará por metros cuadrados (m^2). La medición se hará sobre la superficie realmente cubierta, abonándose al precio que figura en el Cuadro de Precios para esta unidad. En el precio se incluyen todas las operaciones necesarias para la colocación con las condiciones estipuladas en el presente Pliego, los solapes, uniones y materiales de todo tipo que se precisen.

5.24 AGLOMERADOS

Se medirán por t o cm^3 realmente ejecutados a los precios del Cuadro de Precios. La sección de abono será la teórica de los planos y mediciones, debiendo el Contratista recabar la autorización de la Dirección Facultativa para cualquier exceso debido a saneos localizados no previstos en proyectos.

Cuando el abono se haga por t su medición se hará por vales de pesada sobre camión.

5.25 RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL FILTRANTE

Se medirán por metro cúbico (m^3) realmente ejecutados según la sección definida en los planos del proyecto y se abonará a los precios correspondientes del Cuadro de Precios.

El precio incluye, el material, transporte, extendido y compactación según las condiciones de Proyecto.

5.26 BORDILLOS

Se medirán por metros lineales realmente colocados, e indicados en los planos y se abonarán a los precios indicados en el Cuadro de Precios del Presupuesto.

No habrá precio adicional para las piezas curvas, especiales y de bordillo rebajado.

5.27 PINTURA EN PAREDES Y TECHOS

Se medirá por metro cuadrado (m²) realmente realizados al precio del Cuadro de Precios que incluye en su caso la limpieza previa sea cual sea el origen de la suciedad, y la aplicación del número de capas según especificación del Artículo correspondiente del Pliego y Planos, todo ello efectuado por un profesional de la pintura industrial debidamente acreditado ante la Dirección Facultativa.

Igualmente incluye todos los medios anteriores como son compresores, andamiajes (cualquiera que sea su envergadura), protección de elementos existentes contra las manchas, calefactores, etc.

5.28 APARATOS DE MEDIDA Y CONTROL

Los caudalímetros se abonarán por unidades colocadas y probadas a los precios del Cuadro de Precios, teniendo en cuenta su diámetro, caudal y timbraje.

Los precios de los caudalímetros incluirán todos los elementos especificados en el Capítulo III, montaje, pruebas de fábrica y en campo, presencia de técnico en puesta en marcha, juntas de acoplamiento a tubería y tornillería, y acoplamiento o fijación a la tubería. Así mismo, incluyen la pintura anticorrosiva.

5.29 TELECONTROL

El telecontrol se abonará por unidades colocadas y probadas a los precios del Cuadro de Precios.

El precio incluirá todos los elementos referentes al montaje, pruebas de fábrica y en campo y presencia de técnico en puesta en marcha.

5.30 SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA

El sistema de videovigilancia se abonará por unidades colocadas y probadas a los precios del Cuadro de Precios.

El precio incluirá todos los elementos referentes al montaje, pruebas de fábrica y en campo y presencia de técnico en puesta en marcha.

Las ampliaciones de software existente (para control de hidrantes o control de filtros) o nuevos software para control de bombeo y campo fotovoltaico se abonarán por unidades terminadas y probadas con puesta en marcha de cada elemento a controlar.

5.31 ESCOLLERAS

Se refiere a la aplicación de los precios que hacen referencia a encachados de piedra, escolleras, gaviones y zahorra.

Se medirán por los metros cúbicos (m³) o toneladas realmente colocadas de cada uno de los materiales colocados.

El precio comprende el costo de todas las operaciones necesarias para su obtención, carga, transporte, descarga y colocación de acuerdo con los planos y las condiciones exigidas en el presente Pliego.

En el caso de los gaviones también comprende la adquisición, transporte, manejo, colocación, llenado y cierre de los gaviones de acuerdo con el presente Pliego.

5.32 MONITORIZACIÓN

La monitorización se abonará por unidades colocadas y probadas a los precios del Cuadro de Precios.

El precio incluirá todos los elementos referentes al montaje, pruebas de fábrica y en campo y presencia de técnico en puesta en marcha.

5.33 INSTALACIONES ELECTRICAS MT

Tanto las líneas de MT, conversión aero-subterránea como centros de seccionamiento-trasformacion se medirán por unidades montadas, conectadas y funcionando.

El precio comprenderá el suministro, transporte, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para sus respectivas instalaciones, y los gastos de las pruebas preceptivas.

5.34 INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Tanto los módulos fotovoltaicos como las estructuras soporte se medirán por unidades montadas, conectadas y funcionando.

El precio comprenderá el suministro, transporte, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para sus respectivas instalaciones, y los gastos de las pruebas preceptivas.

5.35 INSTALACIONES ELECTRICAS BT

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección Facultativa procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora autorizada, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

5.36 EQUIPOS DE BOMBEO

Todas las unidades de obra, se abonarán a los precios establecidos en el Cuadro de Precios del Proyecto.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego de Condiciones Facultativas y comprendan el suministro, y transporte, manipulación y empleo de los materiales, cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Administración.

La medición se realizará por unidades totalmente montadas y en condiciones de funcionamiento.

Se incluyen en estos precios, todos los gastos derivados de la observación de las prescripciones contenidas en este Pliego del Proyecto, respecto al montaje de las unidades de referencia; la adquisición y transporte de la maquinaria; su montaje por personal especializado; pintura necesaria, pruebas y demás operaciones que deban realizarse hasta que la obra terminada merezca la calificación del recibo.

5.37 PERFORACIONES HORIZONTALES

Se medirá por metro lineal (ml) realmente ejecutado y totalmente terminado las unidades de perforación y colocación de tuberías, así como al resto de unidades reflejadas en el Cuadro de Precios.

Se entiende por metro lineal de tubería de hinca a la colocada mediante el uso del equipo de perforación longitudinal de una tubería de acero especial de un determinado diámetro interior.

5.38 CONSTRUCCIONES VARIAS

Se refiere a la aplicación de los precios del Cuadro de Precios correspondientes a barandillas, rejillas, tapas, pates, escaleras, hitos para amojonamiento, placas de señalización, cerramientos de vallas, etc.

Estos precios sólo serán de abono con la aprobación previa del Ingeniero Director y su medición se hará en función de la unidad correspondiente aplicada al volumen o a la superficie o la unidad realmente colocada.

5.39 EQUIPOS DE FILTRADO

Todas las unidades de obra, se abonarán a los precios establecidos en el Cuadro de Precios del Proyecto.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego de Condiciones Facultativas y comprendan el suministro, y transporte, manipulación y empleo de los materiales, cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Administración.

La medición se realizará por unidades totalmente montadas y en condiciones de funcionamiento.

Se incluyen en estos precios, todos los gastos derivados de la observación de las prescripciones contenidas en este Pliego del Proyecto, respecto al montaje de las unidades de referencia; la adquisición y transporte de la maquinaria; su montaje por personal especializado; pintura necesaria, pruebas y demás operaciones que deban realizarse hasta que la obra terminada merezca la calificación del recibo.

5.40 IMPACTO AMBIENTAL

Se refiere a la aplicación de los precios del Cuadro de Precios correspondientes a las unidades de obra necesarias para corregir o minimizar los impactos medioambientales negativos del presente proyecto.

Se medirán por unidades realmente y completamente ejecutadas y se abonarán al precio correspondiente.

5.41 MEDIOS AUXILIARES

En caso de rescisión por incumplimiento del contrato por parte del Contratista, los medios auxiliares del constructor podrán ser utilizados libre y gratuitamente por la Administración para la terminación de las obras.

Si la rescisión sobreviniese por otra causa los medios auxiliares podrán ser utilizados por la Administración hasta la terminación de las obras si la cantidad de la obra ejecutada alcanzase a los cuatro quintos de la totalidad.

5.42 PARTIDAS ALZADAS DE ABONO ÍNTEGRO

Las partidas alzadas de abono íntegro se abonarán al contratista en su totalidad, una vez determinados los trabajos u obras a que se refieran.

Cuando la especificación de los trabajos u obras constitutivos de una partida alzada de abono íntegro no figure en los documentos contractuales del proyecto o figure de modo incompleto, impreciso o insuficiente a los fines de su ejecución, se estará a las instrucciones que a tales efectos dicte por escrito la dirección, a las que podrá oponerse el contratista en caso de disconformidad.

5.43 OBRAS NO AUTORIZADAS Y OBRAS DEFECTUOSAS

No será objeto de valoración ningún aumento de obra sobre el previsto en los planos y en el pliego de prescripciones técnicas, que se deba a la forma y condiciones de la ejecución adoptadas por El Contratista. Asimismo, si éste ejecutase obras de dimensiones mayores que las previstas en el proyecto, o si ejecutase sin previa autorización expresa y escrita de la Dirección de Obra., obras no previstas en dicho Proyecto, con independencia de la facultad de la Dirección de Obra de poder optar por obligarle a efectuar las correcciones que procedan, o admitir lo construido tal y como haya sido ejecutado, no tendrá derecho a que se le abone suma alguna por los excesos en que por tales motivos hubiera incurrido.

No le será de abono al contratista mayor volumen, de cualquier clase de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

Cuando sea preciso valorar alguna obra defectuosa, pero admisible a juicio, de la Dirección Facultativa determinará el precio o partida de abono debiendo conformarse el Contratista con dicho precio salvo en el caso en que, encontrándose dentro del plazo de ejecución, prefiera rehacerla a su costa con arreglo a condiciones y sin exceder de dicho plazo.

5.44 ABONO DE OBRA INCOMPLETA

Si por rescisión del Contrato por cualquier otra causa, fuese preciso valorar obras incompletas, se atenderá el Contratista a la tasación que practique la Dirección Facultativa, sin que tenga derecho a reclamación alguna fundada en la insuficiencia de precios o en la omisión de cualquiera de los elementos que los constituyen.

5.45 MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no satisfagan las condiciones impuestas a cada uno de ellos en los Pliegos de Condiciones del Concurso y del Proyecto.

El Contratista se atenderá, en todo caso, a lo que por escrito ordene la Dirección Facultativa quien podrá señalar al Contratista, un plazo breve para que retire de los terrenos de la obra los materiales desechados.

5.46 PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR, DE TRABAJOS POR ADMINISTRACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRECIOS CONTRADICTORIOS

Para la valoración de la unidad de obra no previstas en el proyecto, se concertarán previamente a su ejecución, Precios Contradictorios entre el Adjudicatario y la Dirección Facultativa, en base a criterios similares a los del Cuadros de Precios, y si no existen, en base a criterios similares a los empleados en la elaboración de las demás unidades del Proyecto. En caso de no llegarse a un acuerdo en dichos precios, prevalecerá el criterio de la Dirección Facultativa, la cual deberá justificar técnicamente su valoración.

A todos los efectos se utilizarán como Precios Unitarios, los recogidos en el Anexo correspondiente de la Memoria o del Pliego de Cláusulas Económico-Administrativas, que pasarán a formar parte del Contrato.

También podrá la Dirección Facultativa, cuando lo estime conveniente, ordenar por escrito al Adjudicatario, la realización inmediata de estas Unidades de obra, aunque no exista acuerdo previo en los precios, dejando esta valoración a posteriori. Siempre será necesario, que quede constancia escrita de esta orden y el Adjudicatario quedará obligado a presentar por escrito en el plazo de cinco días desde dicha orden, justificación de la valoración de la unidad, sobre cuya valoración se aplicará lo dispuesto en el primer párrafo de este Artículo.

En el caso de ejecución de Unidades de obra o Trabajos por Administración, así como en los de ayudas a otros gremios no previstos en el cuadro de precios de este Proyecto, o en los contradictorios que se acuerden previamente entre Dirección Facultativa y Contratista, se utilizarán como precios unitarios los recogidos en los cuadros de precios de presente proyecto o en las Tarifas Tragsa vigentes (si este precio no figurase en ninguno de los citados documentos se recurrirá a ofertas comerciales).

Para el abono de estos trabajos será condición absolutamente necesaria, la presentación de partes diarios, con especificación de la mano de obra, maquinaria, materiales empleados, y la firma diaria de conformidad, de la Dirección Facultativa o de su representante autorizado, cuya copia se incluirá en las Certificaciones de abono. Sin dicha firma de conformidad, el Adjudicatario no podrá exigir abono alguno, y estará a la valoración, que, en su caso, dictamine la Dirección Facultativa.

5.47 MATERIALES SOBRANTES

El promotor no adquiere compromiso ni obligación de comprar o conservar los materiales sobrantes después de haberse ejecutado las obras, o los no empleados al declararse la rescisión del contrato.

5.48 ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD

La Dirección Facultativa ordenará los ensayos que estime conveniente para la buena ejecución de las obras. El sistema de abono de los ensayos podrá ser, a decisión de la Dirección de Obra, según uno de los siguientes procedimientos:

1. La empresa contratista es la encargada de realizar el contrato con el Laboratorio aprobado por la Dirección de Obra y efectuará los pagos de ensayos hasta la cantidad fijada pagándoseles al Contratista contra justificantes, sin incluir en ningún caso mano de obra o gastos adicionales. Sobre este importe de Costes Directos, se aplicarán los coeficientes de Beneficio Industrial y Gastos Generales, y sobre todo ello, el I.V.A.
2. La Dirección de Obra contrata directamente la realización de estos ensayos; no abonando, por tanto, ninguna cantidad al Contratista por este concepto

En todo caso el Contratista deberá poner por su cuenta y en su cargo todos los medios personales y materiales para llevar a cabo las tomas de muestras y su posible conservación en obra.

En ningún caso se incluyen en estos ensayos, las pruebas de estanqueidad de tuberías, registros, depósitos y otros propios de la comprobación de la buena ejecución de la obra.

5.49 GASTOS DIVERSOS POR CUENTA DE LA CONTRATA

Referente a la obra especificada en el presente Pliego de Condiciones, serán por cuenta del Contratista los gastos originados por los siguientes conceptos:

- Obtención de muestras para determinar las características de los diferentes materiales a utilizar en la obra.
- Ensayos o certificados oficiales de los mismos, si ya hubieran sido realizados, que acrediten la bondad de los materiales que se propongan para la impermeabilización.
- Toma de muestras para comprobación de la calidad de la obra realizada.
- Acondicionamiento y gastos de funcionamiento de la oficina de obra.
- Mantenimiento de la obra en las condiciones especificadas para las distintas fases.

- Los gastos de construcción, montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro del agua y energía eléctrica necesarios para las obras y en general de todas las obras, edificaciones e instalaciones construidas con carácter temporal que no queden incorporadas a la explotación.

5.50 CONCEPTOS NO INCLUIDOS EN EL PRECIO DE LAS UNIDADES DE OBRA

En los precios de las distintas unidades de obra se entenderá que se comprende el de la adquisición de todos los materiales necesarios, su preparación y mano de obra, transporte, montaje, colocación, pruebas, pinturas, toda clase de operaciones y gastos que han de realizarse y riesgos o gravámenes que puedan sufrirse aun cuando no figuren explícitamente en el Cuadro de Precios.

Cuando para la colocación en obra u operaciones posteriores a la ejecución haya necesidad de emplear nuevos materiales o de realizar operaciones complementarias y no se consignen al efecto en el Presupuesto, se entenderá que en los precios unitarios correspondientes se hallan comprendidos todos los gastos que con tales motivos se puedan originar. En especial en el caso de las fábricas, si no existen dichas partidas, se entenderá que en su precio se comprende el valor del agua para conservarlas con el grado de humedad requerido y empapar en grado conveniente cuando sea necesario el terreno sobre el cual ha de apoyarse, de los morteros para las uniones con otras ya construidas, el de la limpieza de éstas y el de las demás operaciones necesarias para su buena trabazón; igualmente en el precio de los hierros y piezas que deban empotrarse, se considerará que va incluido el valor del mortero, cemento o plomo que en ello deban emplearse, así como el de la apertura de cajas y demás trabajos necesarios para verificar el empotramiento en las condiciones fijadas.

Los precios serán invariables, cualquiera que sea la procedencia de los materiales y la distancia de transporte, con las excepciones expresamente consignadas en este Pliego..

6 DISPOSICIONES GENERALES

6.1 DISPOSICIONES GENERALES

En contratación de suministros de materiales para las obras regirán 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; el 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; el presente Pliego de Condiciones Facultativas y demás documentos contractuales del proyecto.

El Contratista está obligado, asimismo, al cumplimiento del 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, y en general a todas las leyes, normas reglamentarias, etc. en vigor, que en lo sucesivo se dicten o hayan sido dictadas y puedan tener aplicación para el trabajo.

6.2 SEGURIDAD PÚBLICA Y PROTECCIÓN DEL TRÁFICO

El Contratista tomará cuantas medidas de precaución sean precisas durante la ejecución de las obras, para proteger al público y facilitar el tráfico.

Mientras dure la ejecución de las obras, se mantendrán en todos los puntos donde sea necesario, y a fin de mantener la debida seguridad del tráfico ajeno a ellas, las señales de balizamiento preceptivas de acuerdo con la O.M. de 31 de Agosto de 1987 según la instrucción 8.3 - IC. La permanencia de estas señales deberá estar garantizada por los vigilantes que fuera necesario. Tanto las señales como los jornales de estos últimos, serán de cuenta del Contratista.

Las obras se ejecutarán de forma que el tráfico ajeno a la obra, en las zonas que afecte a caminos y servicios existentes, encuentre en todo momento un paso en buenas condiciones de viabilidad, ejecutando, si fuera preciso, a expensas del Contratista, caminos provisionales para desviarlos.

No podrá nunca ser cerrado al tráfico un camino actual existente sin la previa autorización por escrito de la Dirección de Obra, debiendo tomar el Contratista las medidas para, si fuera preciso, abrir el camino al tráfico de forma inmediata, siendo de su cuenta la responsabilidad que por tales motivos se deriven.

6.3 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos los daños o perjuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio,

públicos o privados, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo o de una deficiente organización de las obras.

Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados, a su costa, de manera inmediata.

Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas, a su costa, adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas, a su costa, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando los daños o perjuicios causados en cualquier otra forma aceptable.

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 órgano competente 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, al órgano competente o al arqueólogo de la obra).

6.4 SUBCONTRATOS

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin consentimiento previo de la Dirección de Obra.

Las solicitudes para ceder cualquier parte del contrato deberán formularse por escrito, con suficiente antelación aportando los datos necesarios sobre este subcontrato, así como sobre la organización que ha de realizarse. La aceptación del subcontrato no relevará al Contratista de su responsabilidad contractual.

Se cumplirán las normas establecidas en el capítulo VII del Reglamento de Contratación.

6.5 GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos de medios auxiliares y de construcción, montaje y retirada de toda clase de construcciones auxiliares; los de protección de materiales y la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los Reglamentos vigentes

En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán, asimismo, de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de retirada de los medios auxiliares utilizados o no en la ejecución de las obras.

6.6 CONSERVACIÓN DEL PAISAJE

El Contratista prestará atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la consecución del contrato sobre la estética y el paisaje de las zonas en que se hallen ubicadas las obras.

En tal sentido, cuidará que los árboles, hitos, vallas, pretilos y demás elementos que puedan ser dañados durante las obras, sean debidamente protegidos, para evitar posibles destrozos, que, de producirse, serán restaurados a su costa.

Asimismo, cuidará el emplazamiento y sentido estético de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso deberán ser previamente autorizados por escrito, por la Dirección de Obra.

6.7 LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS

Una vez que las obras se hayan terminado, todas las instalaciones, depósitos y edificios, construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberán ser demolidos.

Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas.

Estos trabajos se consideran incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos directos por su realización.

6.8 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último.

Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones o las prescripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los planos y Pliegos de Condiciones, o que, por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra,

omitidos o erróneamente descritos, sino que, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Condiciones.

6.9 PLAN DE EJECUCIÓN

Independientemente que se exija la presentación de un Programa de Trabajo, será de aplicación el párrafo siguiente:

En el plazo de treinta (30) días, a partir de la fecha de notificación al Contratista del encargo, deberá presentar éste, al Ingeniero Director, inexcusablemente el "Programa de Trabajo" que estableció el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (B.O.E. nº 257 de 26 de octubre de 2001) ajustándose los trabajos a las anualidades y en el que se especificarán explícitamente los plazos parciales y fecha de terminación de las distintas obras.

El mencionado Programa de Trabajo tendrá carácter de compromiso formal en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales en él ofrecidos.

Asimismo, el programa de trabajo se amoldará a la recogida de la o las cosechas que hubiese a lo largo del mismo, sin que el Contratista tenga derecho a ningún tipo de indemnización por este motivo. Cualquier modificación en este sentido deberá ser aprobada previamente por escrito por el Ingeniero Director de las obras.

El Contratista designará en el Plan propuesto la persona o personas que le representen a pie de obra, con los títulos de técnicos de grado superior, nombres y atribuciones respectivas. Dichos técnicos estarán capacitados para tratar y resolver con la Dirección de la Obra, en cualquier momento, las cuestiones que surjan referentes a la construcción y programación de las obras. Asimismo, el adjudicatario deberá aumentar los medios auxiliares y personal técnico, siempre que la Administración compruebe que ello es necesario para el desarrollo de la obra en los plazos previstos.

6.10 INICIACIÓN Y REPLANTEO DE LAS OBRAS

Las obras se iniciarán al día siguiente al de la fecha del Acta de comprobación del replanteo.

Para la realización del replanteo, la redacción del acta correspondiente y la ejecución de las obras replanteadas, se cumplirá lo dispuesto en el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

Un ejemplar del Acta se remitirá a la Administración y otro se entregará al Contratista.

6.11 PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

El plazo de ejecución de las obras será de dieciocho (18) meses. El plazo de garantía será de dos (2) años a partir de la fecha de recepción y durante este plazo será de cuenta del Contratista la conservación y reparación de ella, cumpliéndose lo dispuesto en el Artículo setenta y tres (73) del mencionado Pliego de Cláusulas de la legislación de Obras Públicas vigente.

6.12 CANCELACIÓN DE GARANTÍAS

La garantía de las obras se efectuará cuando haya vencido el plazo de garantía, en la forma y condiciones señaladas en la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

6.13 PRUEBAS DE RECEPCIÓN

En el acto de la recepción, deberán presentarse las actas de las pruebas parciales de funcionamiento a lo largo de la obra que exija la Dirección de Obra, así como los resultados de las pruebas efectuadas para la finalización de la obra.

En particular, será preceptivo proceder, antes de recibir las obras, a probar el funcionamiento de los elementos de desagüe, compuertas, válvulas, etc. Se comprobará el fácil manejo y el buen funcionamiento de estos elementos, tanto en apertura como en cierre.

6.14 VALIDEZ DE LOS ENSAYOS

Los ensayos a efectuar tanto en hormigón como en materiales sueltos, servirán a efecto de aceptación de una tongada y para expedir las certificaciones parciales; pero su admisión antes de la recepción, en cualquier forma que se realice, no atenúa las obligaciones del Contratista de subsanar o reponer cualquier elemento que resultara inaceptable, total o parcialmente, en el acto de reconocimiento final y pruebas de recepción o anteriormente.

En caso de discrepancia entre la Dirección de Obra y el Contratista acerca del significado de los ensayos, se someterá la cuestión al arbitraje de un Laboratorio oficial, corriendo el Contratista con todos los gastos ocasionados por este motivo.

6.15 FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El Contratista proporcionará a la Dirección de Obra y a sus delegados o subalternos, toda clase de facilidades para los replanteos, así como para la inspección de la obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a cualquier parte de la obra, incluso a los talleres e instalaciones donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos o pruebas para las obras.

6.16 LIBRO DE ÓRDENES

El "Libro de Órdenes" será diligenciado previamente por la Administración a que esté adscrita la obra, se abrirá en la fecha de comprobación del replanteo y se cerrará en la de recepción.

Durante dicho lapso de tiempo estará a disposición de la Dirección de la Obra, que cuando proceda, anotará en él las órdenes, instrucciones y comunicaciones que estime oportunas, autorizándolas con su firma.

El Contratista estará también obligado a transcribir en dicho libro, por sí o por medio de su Delegado, cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección, y a firmar a los efectos procedentes, el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la necesidad de una posterior autorización de tales transcripciones por la Dirección de la Obra, con su firma, en el libro indicado.

Efectuada la recepción, el "Libro de Órdenes" pasará a poder de la Administración, si bien podrá ser consultado en todo momento por el Contratista.

El Contratista está obligado a dar a la Dirección las facilidades necesarias para la recogida de los datos de toda clase que sean precisos para que la Administración pueda llevar correctamente un "Libro de Incidencias de la Obra", cuando así lo decidiese aquella.

6.17 ENSAYOS Y RECONOCIMIENTOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los ensayos y reconocimientos, verificados durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales o de piezas y obras parciales, en cualquier forma que se realice, antes de la recepción, no atenúan las obligaciones de subsanar o reponer que el Contratista contrae, si las obras o instalaciones resultasen inaceptables, parcial o totalmente, en el acto de reconocimiento final y pruebas de recepción.

6.18 PRUEBAS

Las pruebas se realizarán bajo la dirección del Ingeniero Director y de acuerdo con sus indicaciones.

El Contratista queda obligado a suministrar a su costa todos los materiales, maquinaria y personal necesarios para realizar las pruebas. El Ingeniero Director establecerá los criterios que habrán de seguirse para la interpretación de los resultados y dictaminará acerca del juicio definitivo que debe merecer la obra, pudiendo ordenar la repetición de las pruebas hasta cerciorarse de que las obras ofrecen la estabilidad y resistencia necesarias.

En el caso en que los resultados de los ensayos no sean los esperados de acuerdo con las calidades exigidas en este Pliego de Prescripciones Técnicas el Ingeniero Director de las obras podrá rechazar la obra correspondiente, que deberá ser demolida y reconstruida a cargo del Contratista.

6.19 INSTALACIONES AUXILIARES PROVISIONALES

El Contratista queda obligado a construir por su cuenta, y retirar al fin de las obras, todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio, que no queden incorporados a la explotación, etc.

En particular queda obligado a construir y conservar, en perfecto estado de limpieza, las instalaciones sanitarias provisionales de las obras.

Terminadas las obras, si el Contratista no retirara las instalaciones, herramientas, materiales, etc. en el plazo que señale la Administración, ésta podrá mandar retirarlas a su satisfacción por cuenta del Contratista.

6.20 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS REALIZADAS

El Contratista queda comprometido a conservar hasta que sean recibidas todas las obras que integran el proyecto. Asimismo, queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía (dos años) a partir de la fecha de recepción, debiendo restituir y/o reparar a su costa cualquier parte de ellas que haya sufrido deterioro por falta de calidad en los materiales y/o la ejecución, la acción previsible de agentes atmosféricos o cualquier otra causa que no tenga el carácter de fortuita o inevitable.

6.21 RESTITUCIÓN DE SERVICIOS

El Contratista queda obligado a la restitución de aquellos servicios o servidumbres afectados por las obras durante su construcción.

En particular, el Contratista deberá mantener la posibilidad de tráfico en las obras de cruce de caminos, carreteras y ferrocarriles en unas condiciones aceptables a juicio del Ingeniero Director y deberá, asimismo, realizar con la debida antelación las obras necesarias para mantener en servicio los riegos actuales y las conducciones de agua o de cualquier tipo que crucen la red de tuberías. El Contratista se hará cargo de las responsabilidades que se puedan derivar por este motivo.

El Contratista deberá presentar al Ingeniero Director con la debida antelación y para su aprobación, el plan proyectado para la restitución de tales servicios.

Durante las diversas etapas de la construcción, las obras se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje.

Las cunetas y demás desagües se mantendrán de modo que no se produzcan erosiones en los taludes adyacentes ni daños por excesos de humedad en la explanación, debiendo realizar el Contratista, a su cargo, las obras provisionales que se estimen necesarias a este fin o modificando el orden de los trabajos en evitación de estos daños. Si por incumplimiento de lo prescrito se produce inundación de las excavaciones, no serán de abono los agotamientos o limpiezas y excavaciones suplementarias necesarias.

6.22 RECEPCIÓN, MEDICIÓN Y VALORACIÓN GENERAL Y LIQUIDACIÓN FINAL

La recepción de las obras, la medición general, valoración total y liquidación final, serán efectuados con arreglo a lo previsto en el RD 1098/2001, e 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, Artículos 163 a 166.

6.23 OBLIGACIONES NO PREVISTAS EN ESTE PLIEGO

Es obligación del Contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aún cuando no se halle estipulado expresamente en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y lo que, sin apartarse de su recta interpretación, disponga por escrito el Ingeniero Director.

6.24 DAÑOS Y PERJUICIOS

Será por cuenta del Contratista el abono de las indemnizaciones que correspondan por todos los daños y perjuicios que se ocasionen con motivo de las obras.

6.25 OBLIGACIONES SOCIALES

El Contratista será responsable del cumplimiento de todas las obligaciones vigentes sobre la seguridad en el trabajo, encaminadas a garantizar la seguridad de los obreros y la buena marcha de las obras. Dicho cumplimiento no podrá excusar, en ningún caso, la responsabilidad del Contratista, aún en el caso de que subcontrate total o parcialmente su trabajo.

El Contratista tendrá, asimismo, la obligación de cumplir cuanto prescribe la Reglamentación del Trabajo en las Industrias de la Construcción y Obras Públicas, y todas las disposiciones vigentes o que en lo sucesivo se dicten de carácter laboral y social.

6.26 PUBLICIDAD

Al tratarse de una actuación susceptible de ser financiado por la Unión Europea-NextGenerationEU, deberá darse cumplimiento a las normas establecidas en materia de información y publicidad detalladas en el Anexo III del Reglamento de Ejecución (UE) 808/2014 de la Comisión, según las cuales debe colocarse en lugar bien visible para el público el siguiente tipo de señalización:

- Durante la fase de construcción: un cartel provisional
- Durante la fase de explotación: una placa permanente en las instalaciones más representativas de la obra.

Las señalizaciones seguirán el diseño gráfico especificado a continuación:

 Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU	 GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION	 SOCIEDAD ESPAÑOL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS seiasa								
 Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia										
<p style="text-align: center;">TITULO DEL PROYECTO</p>										
<p style="text-align: center;">CONSTRUYE:</p>										
 Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU	<p style="text-align: right;"><i>Europa invierte en las zonas rurales</i></p> <table border="0"> <tr> <td colspan="2">INVERSIÓN:</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td style="text-align: right;">Euros</td> </tr> <tr> <td>Cofinanciación UE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Plazo de Ejecución</td> <td style="text-align: right;">Meses</td> </tr> </table>		INVERSIÓN:		Total	Euros	Cofinanciación UE		Plazo de Ejecución	Meses
INVERSIÓN:										
Total	Euros									
Cofinanciación UE										
Plazo de Ejecución	Meses									

Ilustración 15. Modelo de cartel provisional 2,10 m x 1,5 m.

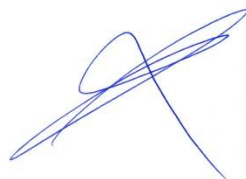


Ilustración 16. Modelo de placa permanente 0,42 m x 0,42 m.

Abril de 2023

INGENIERO AGRONOMO Cdo Nº: 1.503

C.O.I.A. de Andalucía



Fdo.: Antonio Romero López