

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>Cemento Pórtland.....</i>	<i>21</i>
3.3.3	<i>Rellenos.....</i>	<i>21</i>
3.3.4	<i>Material de relleno de zanjas de tuberías.....</i>	<i>24</i>
3.3.5	<i>Cunetas</i>	<i>25</i>
3.3.6	<i>Zahorra artificial</i>	<i>25</i>
3.3.7	<i>Riegos de imprimación</i>	<i>25</i>
3.3.8	<i>Riegos de adherencia.....</i>	<i>26</i>
3.3.9	<i>Mezclas bituminosas en caliente.....</i>	<i>27</i>
3.3.10	<i>Pavimentos de hormigón.....</i>	<i>27</i>
3.3.11	<i>Bordillos.....</i>	<i>27</i>
3.3.12	<i>Componentes de hormigones y morteros</i>	<i>28</i>
3.3.12.1	<i>Áridos</i>	<i>28</i>
3.3.12.2	<i>Agua</i>	<i>31</i>
3.3.12.3	<i>Aditivos</i>	<i>32</i>
3.3.12.4	<i>Adiciones</i>	<i>32</i>
3.3.12.5	<i>Cemento</i>	<i>33</i>
3.3.12.6	<i>Estructura</i>	<i>34</i>
3.3.13	<i>Hormigones</i>	<i>34</i>

3.3.13.1	Calidad de los componentes.....	34
3.3.13.2	Control de calidad	35
3.3.14	Morteros.....	36
3.3.14.1	Generalidades	36
3.3.14.2	Mortero para acabados impermeables	36
3.3.15	Resina epoxi-brea.....	37
3.3.16	Materiales para juntas	37
3.3.16.1	Condiciones generales.....	37
3.3.17	Acero en redondos para armaduras.....	39
3.3.17.1	Características y calidad de los materiales	39
3.3.17.2	Control de calidad	40
3.3.17.3	Identificación y marcado.....	40
3.3.17.4	Embalaje, manipulación y transporte	41
3.3.18	Mallas electrosoldadas	41
3.3.18.1	Características y calidad de los materiales.....	42
3.3.18.2	Control de calidad	42
3.3.18.3	Identificación y marcado.....	42
3.3.18.4	Embalaje, manipulación y transporte	42
3.3.19	Acero en pletinas, chapas y perfiles laminados	43
3.3.20	Tornillos, tuercas y arandelas.....	45
3.3.21	Estructuras metálicas	46
3.3.22	Albañilería.....	48
3.3.22.1	Arena	48
3.3.22.2	Cemento	48
3.3.22.3	Agua	49
3.3.22.4	Morteros	49
3.3.22.5	Cal apagada	50
3.3.22.6	Ladrillos	50
3.3.22.7	Piezas cerámicas	52
3.3.22.8	Bloques de hormigón	53
3.3.23	Estructuras construidas con elementos prefabricados de hormigón	54
3.3.23.1	Fabricación y comprobaciones.....	55
3.3.24	Enfoscados	56
3.3.25	Soldaduras de piezas metálicas.....	56
3.3.26	Galvanizados	58
3.3.27	Arquetas prefabricadas	61
3.3.28	Tapaderas de arquetas	61
3.3.29	Vallas de cerramiento.....	62
3.3.30	Tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD)	63
3.3.30.1	Normativa y generalidades.....	63
3.3.30.2	Términos y definiciones.....	65
3.3.30.3	Características técnicas	67
3.3.30.4	Características físicas y mecánicas	73
3.3.30.5	Características químicas	73
3.3.30.6	Marcado.....	73
3.3.30.7	Accesorios.....	74
3.3.30.8	Marcado de los accesorios.....	78
3.3.30.9	Acopio.....	79
3.3.30.10	Transporte	79

3.3.30.11	Documentación a aportar antes de recibir en obra el pedido	80
3.3.30.12	Embalaje, manipulación y transporte	80
3.3.30.13	Características técnicas específicas	80
3.3.30.14	Plan de aseguramiento de la calidad	81
3.3.30.15	Determinación del plan de ensayos	84
3.3.31	Prefabricados de hormigón	85
3.3.31.1	Normativa y generalidades.....	85
3.3.31.2	Calidad de los materiales	86
3.3.31.3	Control de calidad	86
3.3.31.4	Acopios.....	87
3.3.31.5	Transporte y manipulación	87
3.3.31.6	Marcado de los prefabricados	88
3.3.32	Soportes prefabricados de hormigón para paneles fotovoltaicos	88
3.3.33	Soportes prefabricados flotantes para paneles fotovoltaicos.....	89
3.3.34	Instalaciones eléctricas en baja tensión	97
3.3.34.1	Canalizaciones eléctricas.....	98
3.3.34.2	Conductores	102
3.3.34.3	Cajas de empalme	105
3.3.34.4	Mecanismos y tomas de corriente.....	105
3.3.34.5	Aparata de mando y protección	105
3.3.34.6	Interruptores automáticos.....	107
3.3.34.7	Fusibles	108
3.3.34.8	Interruptores diferenciales.....	109
3.3.34.9	Seccionadores.....	110
3.3.34.10	Embarrado.....	111
3.3.34.11	Prensadoras y etiquetas.....	111
3.3.34.12	Receptores de alumbrado	111
3.3.34.13	Puestas a tierra	112
3.3.34.14	Inspecciones y pruebas en fábrica.....	115
3.3.35	Instalaciones eléctricas en media tensión.....	116
3.3.35.1	Conductores	116
3.3.36	Sistema de monitorización y control.....	117
3.3.36.1	Monitorización de inversores.....	119
3.3.36.1	Router	122
3.3.36.1	Switches	122
3.3.36.2	Sensor de radiación	123
3.3.36.1	Sensor de temperatura.....	123
3.3.36.1	Sistema antivertido (Inyección 0)	123
3.3.36.1	Equipo instalado en campo fotovoltaico.....	124
3.3.36.1	Equipo instalado en estación de bombeo	125
3.3.37	Centros de transformación	126
3.3.38	Celdas modulares.....	130
3.3.38.1	Celda de remonte	131
3.3.38.2	Celda de protección con interruptor automático	132
3.3.38.3	Celda de línea	132
3.3.38.4	Celda de protección con fusibles	132
3.3.39	Cuadro General de Baja Tensión (Sector VIII.1).....	133
3.3.40	Cuadro General de Baja Tensión (Sector IX-X)	133
3.3.41	Cuadro de Servicios Auxiliares.....	134
3.3.42	Transformador de Aislamiento (SSAA)	134
3.3.43	Controlador permanente de aislamiento (CPA)	135

3.3.44	<i>Paneles fotovoltaicos</i>	136
3.3.45	<i>Conductores CC</i>	137
3.3.46	<i>Inversores</i>	138
3.3.47	<i>Fibra óptica</i>	139
3.3.48	<i>Materiales cuyas condiciones no están especificadas en este Pliego</i>	139
3.3.49	<i>Discordancia entre promotor y contrata con respecto a la calidad de los materiales</i> 139	
4	EJECUCIÓN Y CONTROL DE OBRAS	140
4.1	CONDICIONES GENERALES.....	141
4.1.1	<i>Programa de trabajo</i>	141
4.1.2	<i>Equipos</i>	141
4.1.3	<i>Métodos constructivos</i>	142
4.2	REPLANTEO.....	142
4.3	DIFICULTADES EN EL TRAZADO.....	143
4.4	DESBROCE Y REBAJE.....	144
4.5	EXCAVACIONES EN ZANJAS.....	144
4.6	EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS.....	145
4.7	EXCAVACIONES EN ÁREAS DE PRÉSTAMO.....	146
4.8	DISTANCIA DE TRANSPORTE.....	146
4.9	RELLENOS.....	147
4.9.1	<i>En zanjas y obras de fábrica</i>	147
4.9.1.1	<i>Rellenos</i>	147
4.9.1.2	<i>Terraplenes</i>	149
4.10	MATERIAL RELLENO EN LECHO DE TUBERÍAS.....	151
4.11	CONDICIONES GENERALES PARA LOS HORMIGONES.....	153
4.11.1	<i>Materiales</i>	153
4.11.2	<i>Tipos de hormigón</i>	153
4.12	DOSIFICACIÓN DE LOS HORMIGONES.....	154
4.13	FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN.....	156
4.14	TRANSPORTE Y SUMINISTRO DEL HORMIGÓN.....	159
4.15	PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN.....	160
4.16	TEMPERATURA DEL HORMIGONADO.....	163
4.17	CURADO DEL HORMIGÓN.....	166
4.18	TOLERANCIAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE HORMIGONES.....	168
4.19	CONTROL DEL HORMIGÓN.....	169
4.19.1	<i>Ensayos de docilidad del hormigón</i>	170
4.19.2	<i>Ensayos de resistencia del hormigón</i>	171
4.19.3	<i>Ensayos de penetración de agua en el hormigón</i>	172
4.20	JUNTAS DE HORMIGONADO.....	172

4.21	PINTURAS ANTICORROSIVAS Y GALVANIZADO	173
4.22	ENCOFRADOS Y MOLDES.....	175
4.23	DESENCOFRADO, DESMOLDADO Y DESCIMBRADO	177
4.24	PRODUCTOS DESENCOFRANTES.....	177
4.25	ARMADURAS	178
4.25.1	<i>Despiece</i>	178
4.25.2	<i>Enderezado</i>	178
4.25.3	<i>Corte</i>	179
4.25.4	<i>Doblado</i>	179
4.25.5	<i>Armado de la ferralla</i>	179
4.25.6	<i>Anclaje de la armadura</i>	180
4.25.7	<i>Empalme de armaduras</i>	180
4.26	ACABADOS DE SUPERFICIES.....	180
4.26.1	<i>Requisitos Generales</i>	180
4.26.2	<i>Acabado Normal</i>	181
4.26.3	<i>Acabados Especiales</i>	182
4.26.4	<i>Curado</i>	182
4.26.5	<i>Limpieza</i>	182
4.27	MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	183
4.27.1	<i>Arriostramientos</i>	183
4.27.2	<i>Aptitud de las uniones provisionales</i>	183
4.27.3	<i>Esfuerzo de montaje</i>	183
4.27.4	<i>Alineación</i>	183
4.27.5	<i>Mano de obra de soldadura</i>	183
4.27.6	<i>Organización de los trabajos</i>	184
4.27.7	<i>Manipulación del material</i>	184
4.27.8	<i>Empalmes</i>	184
4.27.9	<i>Tolerancias</i>	185
4.28	UNIONES ATORNILLADAS.....	185
4.29	UNIONES SOLDADAS.....	186
4.29.1	<i>Inspección de las soldaduras</i>	187
4.29.2	<i>Ejecución de uniones soldadas</i>	187
4.30	ALBAÑILERÍA	189
4.30.1	<i>Muros de ladrillo</i>	189
4.30.2	<i>Juntas</i>	191
4.30.3	<i>Bloque de hormigón</i>	192
4.30.4	<i>Protección</i>	192
4.31	TUBERÍAS	193
4.31.1	<i>Generalidades</i>	193

4.31.1.1	Colocación.....	193
4.31.1.2	Pruebas de presión de las tuberías una vez instaladas en obra	194
4.32	PIEZAS ESPECIALES	198
4.33	MONITORIZACIÓN.....	199
4.34	INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	199
4.34.1	Módulos fotovoltaicos	199
4.34.2	Estructuras de soporte.....	200
4.35	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	201
4.36	MONTAJE ELECTROMECAÁNICO. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	203
4.37	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	204
4.38	MEDIDAS AMBIENTALES DE INTEGRACIÓN EN EL PRTR	206
4.38.1	Divulgación y formación en Buenas Prácticas Agrícolas	206
4.38.2	Estructuras vegetales en alineación.....	208
4.38.3	Incremento de disponibilidad de espacios para nidificación de aves.....	210
4.38.4	Charca para anfibios.....	212
4.39	ACTUACIONES ARQUEOLÓGICAS.....	214
4.40	UNIDADES NO INCLUIDAS EN EL PRESENTE PLIEGO.....	217
5	MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.....	218
5.1	NORMAS GENERALES	219
5.2	DEMOLICIONES	220
5.3	DESBROCES	221
5.4	EXCAVACIONES.....	221
5.5	TRANSPORTE ADICIONAL	222
5.6	RELLENOS.....	223
5.7	REFINOS	223
5.8	OBRAS DE COMPACTACIÓN	224
5.9	HORMIGONES	224
5.10	ENCOFRADOS	224
5.11	ARMADURAS	225
5.12	MALLAS ELECTROSOLDADAS.....	226
5.13	FÁBRICA DE LADRILLO O BLOQUE	226
5.14	ENFOCADOS	227
5.15	ANCLAJES, SOPORTES, CONTRARRESTOS DE HORMIGÓN Y METÁLICOS	227
5.16	TUBERÍAS	227
5.17	ACCESORIOS DE TUBERÍAS.....	228
5.18	AGLOMERADOS	228
5.19	RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL FILTRANTE.....	229
5.20	BORDILLOS.....	229
5.21	PINTURA EN PAREDES Y TECHOS.....	229

5.22	MONITORIZACIÓN.....	229
5.23	INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	230
5.24	ELECTRICIDAD	230
5.25	CONSTRUCCIONES VARIAS	230
5.26	IMPACTO AMBIENTAL.....	230
5.27	MEDIOS AUXILIARES	231
5.28	PARTIDAS ALZADAS DE ABONO ÍNTEGRO	231
5.29	OBRAS NO AUTORIZADAS Y OBRAS DEFECTUOSAS	231
5.30	ABONO DE OBRA INCOMPLETA	232
5.31	MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO.....	232
5.32	PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR, DE TRABAJOS POR ADMINISTRACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	232
5.33	MATERIALES SOBRANTES	233
5.34	ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD	233
5.35	GASTOS DIVERSOS POR CUENTA DE LA CONTRATA.....	234
5.36	CONCEPTOS NO INCLUIDOS EN EL PRECIO DE LAS UNIDADES DE OBRA ...	235
6	DISPOSICIONES GENERALES	236
6.1	DISPOSICIONES GENERALES.....	237
6.2	SEGURIDAD PÚBLICA Y PROTECCIÓN DEL TRÁFICO.....	237
6.3	RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	237
6.4	SUBCONTRATOS	238
6.5	GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA.....	238
6.6	CONSERVACIÓN DEL PAISAJE	239
6.7	LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS.....	239
6.8	CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO	239
6.9	PLAN DE EJECUCIÓN	240
6.10	INICIACIÓN Y REPLANTEO DE LAS OBRAS	241
6.11	PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA.....	241
6.12	CANCELACIÓN DE GARANTÍAS.....	241
6.13	PRUEBAS DE RECEPCIÓN	241
6.14	VALIDEZ DE LOS ENSAYOS	241
6.15	FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.....	242
6.16	LIBRO DE ÓRDENES	242
6.17	ENSAYOS Y RECONOCIMIENTOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	243
6.18	PRUEBAS	243
6.19	INSTALACIONES AUXILIARES PROVISIONALES	243
6.20	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS REALIZADAS	244

6.21	RESTITUCIÓN DE SERVICIOS.....	244
6.22	RECEPCIÓN, MEDICIÓN Y VALORACIÓN GENERAL Y LIQUIDACIÓN FINAL...	244
6.23	OBLIGACIONES NO PREVISTAS EN ESTE PLIEGO	245
6.24	DAÑOS Y PERJUICIOS	245
6.25	OBLIGACIONES SOCIALES	245
6.26	PUBLICIDAD.....	245

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Husos granulométricos	25
Tabla 2.	Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica ECI.....	26
Tabla 3.	Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica ECR-1	26
Tabla 4.	Límites de sustancias perjudiciales	29
Tabla 5	Limitaciones de los áridos.....	29
Tabla 6.	Material retenido en % en peso del árido	30
Tabla 7.	Especificaciones a cumplir.....	31
Tabla 8.	Tipos de cemento	33
Tabla 9.	Granulometría de los áridos	34
Tabla 10.	Tipos de acero corrugado	40
Tabla 11.	Características mecánicas mínimas de los aceros (UNE en 10025-2:2020).....	44
Tabla 12.	Espesor máximo (mm) de chapas	44
Tabla 13.	Porcentaje en peso por tamiz	48
Tabla 14.	Dosificación de morteros	49
Tabla 15.	Dimensiones y número de huecos de los ladrillos	53
Tabla 16.	Espesor revestimiento según norma UNE EN 10346:2015	59
Tabla 17.	Espesores mínimos admisibles del espesor del recubrimiento galvanizado según norma UNE EN ISO 1461:2010	59
Tabla 18.	Características del material (I).....	69

Tabla 19. Calidad del polietileno.....	71
Tabla 20. Radios mínimo de curvatura a 20 °C	72
Tabla 21. Ensayos tuberías de polietileno.....	82
Tabla 22. Plan general de ensayos tuberías polietileno.....	85
Tabla 23. Características de las canalizaciones.....	101
Tabla 24. Secciones conductores de tierra	113
Tabla 25. Secciones conductores de tierra	114
Tabla 26. Especificaciones cable HEPRZ1 12/20 kV 1x150 K Al+H16.....	116
Tabla 27. Características transformador elevador Sector VIII.1 (1000 kVA 6000/800 V).....	126
Tabla 28. Características transformador elevador Sector IX-X (1000 kVA 6000/800 V)	127
Tabla 29. Características transformador elevador Sector IX-X (630 kVA 6000/800 V)	128
Tabla 30. Características transformador reductor Sector IX-X (1000 kVA 6000/500 V).....	129
Tabla 31. Características transformador reductor Sector IX-X (630 kVA 6000/500 V).....	129
Tabla 32. Transformador Servicios Auxiliares. Características principales.....	134
Tabla 33. Controlador Permanente de Aislamiento.....	135
Tabla 34. Características paneles Sector VIII.1	136
Tabla 35. Características paneles Sector IX-X.....	137
Tabla 36. Granulometría aconsejable.....	151
Tabla 37. Límites de sustancias perjudiciales	152
Tabla 38. Tipos de hormigón	154
Tabla 39. Consistencia del hormigón.....	158
Tabla 40. Ensayos hormigón	158
Tabla 41. Condiciones especiales	165

Tabla 42. Niveles de calidad de las soldaduras para las diferentes clases de ejecución	187
Tabla 43. Tabla 2.1. del CTE-DB-SE-F	191
Tabla 44. Valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (E)	197
Tabla 45. Número de plantas necesarias en alineación.....	209

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Dimensiones soporte prefabricado	89
Ilustración 2. Unidad flotante, flotador principal y secundario	91
Ilustración 3. Disposición de paneles solares en el sector IX-X.....	91
Ilustración 4. Cargas verticales	92
Ilustración 5. Anclaje a fondo	93
Ilustración 6. Anclaje a fondo - Detalle	93
Ilustración 7. ASistema de amarre con barras	94
Ilustración 8. Sistema AMARRE ELÁSTICO	95
Ilustración 9. Geometría exterior del Pantalán de 1680 x 510 mm	96
Ilustración 10. Esquema de sistema de monitorización existente en Sector VIII.1 y VIII.2	119
Ilustración 11. Topología de conexión tipo Red en forma de estrella de fibra o Ethernet	120
Ilustración 12. Topología de conexión tipo Conexión en red 4G	121
Ilustración 13. Tolerancia para la consistencia del hormigón	170
Ilustración 14. Tipo de elementos estructurales.....	171
Ilustración 15. Modelo de cartel provisional 2,10 m x 1,5 m.	247
Ilustración 16. Modelo de placa permanente 0,42 m x 0,42 m.	248

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 energética a través de solar fotovoltaica en la zona regable del Zújar (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 Guareña y Villagonzalo.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La solución diseñada para las obras del proyecto de “Modernización energética a través de solar fotovoltaica en la zona regable del Zújar (Badajoz)” se compone de las siguientes actuaciones:

Sector IX-X

- Adecuación de la parcela de la balsa: accesos y vallado.
- Estructura de soporte flotante de las islas flotantes, con anclajes, amarres y pasarelas de acceso.
- Módulos fotovoltaicos de 550 Wp de muy alta eficiencia para optimizar el espacio ocupado (máximo soportado por las estructuras flotantes).
- Infraestructura de conexión del campo fotovoltaico con la estación de bombeo para evacuación de la energía
- Adecuación de estación de bombeo del Sector IX-X para conexión de campo fotovoltaico en bornas de salida 500 V.
- Sistema de monitorización, control y antivertido
- Sistema de seguridad y de videovigilancia

Sector VIII.1

- Estructura de hormigón prefabricada apoyada sobre el terreno.

- Adecuación del terreno de la parcela previamente a la colocación de la estructura de hormigón prefabricada.
- Módulos fotovoltaicos de 650 Wp de muy alta eficiencia para optimizar el espacio ocupado
- Centros de transformación (dos de 1.000 KVA) para elevar la tensión del campo fotovoltaico a 6.000 V
- Conexión de las nuevas instalaciones a la línea de evacuación existente
- Conexión de las nuevas instalaciones a la monitorización, control y sistema antivertido existente.

1.4 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

Documento Nº1.- Memoria y Anejos

Documento Nº 2.- Planos

Documento Nº 3.- Pliego de Prescripciones Técnicas

Documento Nº 4.- Presupuesto

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 nº 1 (Precios en cifra y en letra), Cuadro de Precios nº 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 ía 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 noviembre de 2015
- 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 26 de febrero de 2014
- 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 n°228/86 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 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08). La entrada en vigor del Código Estructural (Real Decreto 470/2021, de 29 de junio), no afecta a este proyecto en base a la "Disposición transitoria única. Aplicación a proyectos y obras. Lo dispuesto en este real decreto no será de aplicación a los proyectos cuya orden de redacción o de estudio, en el ámbito de las Administraciones públicas, o encargo, en otros casos, se hubiese efectuado con anterioridad a su entrada en vigor, ni a las obras de ellos derivadas, siempre que estas se inicien en un plazo no superior a un año para las obras de edificación, ni de tres años para las de ingeniería civil, desde dicha entrada en vigor, salvo que por el correspondiente órgano competente, o en su caso por el promotor,

se acordase acomodar el proyecto al contenido del Código estructural". Por tanto, todo lo relativo a la EHE-08 será de aplicación.

- 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 1 de julio de 2020.
- 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).

- Ley 21/2013 de 9 de diciembre.
- 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 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
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, 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.
- 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, 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 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Ley 16/1985 de 25 de junio de Patrimonio Histórico Español.
- Orden de 23 de julio de 1992 por la que se regula la composición y funciones de la junta superior de monumentos y conjuntos históricos.
- Orden de 23 de julio de 1992 por la que se regula la composición y funciones de la junta superior de excavaciones y exploraciones arqueológicas.
- 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.
- Decreto 93/1997, de 1 de julio, por el que se regula la actividad arqueológica en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

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 27 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08, aprobada por el Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio.

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.

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 la Norma EHE-08.

3.3.2 Cemento Pórtland

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 26 la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 aprobada por Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio de 2008. Además, el cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a éste se le exigen en la citada Instrucción.

A su recepción en obra, cada partida de cemento se someterá a la serie completa de ensayos que indique la Dirección de Obra, no pudiendo emplearse dicho cemento en la obra hasta que no haya sido aprobado por aquella.

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.

3.3.3 Rellenos

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

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 17892-12:2019, 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 17892-12:2019, 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 15.000 m³, 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 10 cm de espesor.

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 95 % 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, y será suficiente con aportar documentación que lo acredite.

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 1. 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 ECI (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 (0,5 Kg/m²)

Tabla 2. Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica ECI

Característica	Unidad	Norma	Valor
Viscosidad Saybolt a 25°C	S	NLT 138	≤50
Carga de las partículas		NLT 194	positiva
Contenido de agua	%	NLT 137	≤50
Betún asfáltico residual	%	NLT 139	≥40
Fluidificante por destilación	%	NLT 139	5-15
Sedimentación	%	NLT 140	≤10
Tamizado	%	NLT 142	≤0,1
Penetración	0,1 mm	NLT 124	200-300
Ductilidad	Cm	NLT 126	≥40
Solubilidad en tolueno	%	NLT 130	≥97,5

3.3.8 Riegos de adherencia

La emulsión a emplear como riego de adherencia será de tipo ECR-1 y cumplirá con las siguientes especificaciones técnicas, así como con lo especificado para este tipo de emulsión en el PG3. La dosificación será de medio kilogramo por metro cuadrado (0,5 Kg/m²)

Tabla 3. Especificaciones de emulsión bituminosa catiónica ECR-1

Característica	Unidad	Norma	Valor
Emulsión original			
Viscosidad Saybolt a 25°C	S	NLT 138	≤50
Carga de las partículas		NLT 194	positiva
Contenido de agua	%	NLT 137	≤43
Betún asfáltico residual	%	NLT 139	≥57
Fluidificante por destilación	%	NLT 139	≤5
Sedimentación	%	NLT 140	≤5
Tamizado	%	NLT 142	≤0,1
Residuo por destilación			
Penetración	0,1 mm	NLT 124	130-200
Ductilidad a 25°C	cm	NLT 126	≥40
Solubilidad en tolueno	%	NLT 130	≥97,5

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 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 para mezclas bituminosas en caliente. 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/IIa, 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 Componentes de hormigones y morteros

3.3.12.1 Áridos

3.3.12.1.1 *Generalidades*

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

El material del que procedan los áridos ha de tener en igual o superior grado, las cualidades exigidas para el hormigón con él fabricado. En todo caso el árido se compondrá de elementos limpios, sólidos, resistentes, de uniformidad razonable, sin exceso de piezas planas, alargadas, blandas o fácilmente desintegrables, polvo suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

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

3.3.12.1.2 *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.

Condiciones físico-químicas:

La cantidad de sustancias perjudiciales que pueden presentar los áridos no excederá de los límites indicados en la siguiente tabla:

Tabla 4. Límites de sustancias perjudiciales

Sustancias perjudiciales	Cantidad máxima en % del peso	
	Árido fino	Árido grueso
Terrones de arcilla UNE 146403:2018	1.00	0.25
Partículas de bajo peso específico UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	0.50	1.00
Compuestos de azufre UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	1.00	1.00
Sulfatos solubles en ácidos UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	0.80	0.80
Cloruros UNE-EN 1744-1:2010+A1:201399	HA y HM = 0.05 HP = 0.03	HA y HM = 0.05 HP = 0.03
Materia orgánica UNE EN 1744-1:2010+A1:2013	más claro	-----
Diferencia entre compuestos de azufre y sulfatos solubles ácidos	≤ 0,25 %	≤ 0,25 %

Estos ensayos se realizarán con una periodicidad semestral excepto el análisis de materia orgánica y de equivalente de arena, que tendrán una periodicidad semanal.

Condiciones físico-mecánicas:

Los áridos cumplirán las limitaciones de la siguiente tabla y se ensayarán como mínimo una vez al año.

Tabla 5 Limitaciones de los áridos

Condiciones	Árido fino	Árido grueso
Friabilidad de la arena UNE 146404:2018	≤ 40	-----
Resistencia al desgaste (Desgaste de los Ángeles) UNE-EN 1097-2:2021	-----	≤ 40
Absorción de agua UNE-EN 1097-6:2014	≤ 5	≤ 5

Granulometría y forma del árido:

La cantidad de finos que pasan por el tamiz 0.063 UNE-EN 933-1:2012, expresada en porcentaje del peso total de la muestra, no excederá de los valores indicados en la tabla 4 de la norma UNE 146121:2000, este análisis se realizará semanalmente.

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

Tabla 6. Material retenido en % en peso del árido

Límites	Material retenido en % en peso						
	4 mm	2 mm	1 mm	0.5 mm	0.25 mm	0.125mm	0.063mm
Superior	0	4	16	40	70	82	(1)
Inferior	20	38	60	82	94	100	100

La forma del árido grueso se expresará mediante su coeficiente de forma o bien mediante su índice de lajas, debiendo cumplir al menos las prescripciones relativas a uno de los dos, ambos ensayos se realizarán como mínimo una vez al año.

El equivalente de arena del árido fino se comprobará como mínimo anualmente, conforme la norma UNE-EN 933-8:2012+A1:2015/1M:2016, será inferior a 70 para las clases de exposición I, IIa y IIb e inferior a 75 en el resto de los casos.

3.3.12.1.3 *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 de la Norma EHE-08.

3.3.12.1.4 *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 de la Norma EHE-08.

El tamaño del árido grueso será el siguiente:

- 20 mm, para todo el hormigón armado, excepto en lo que se indica más adelante.
- 40 mm, para hormigón armado en losas o plataformas de cimentación.
- 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.

3.3.12.2 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 la Norma EHE-08.

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

Tabla 7. 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
Sustancias disueltas 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.

3.3.12.3 Aditivos

Los aditivos no estarán en una proporción superior al 5% del peso de cemento y serán conformes con la norma UNE-EN 934-2:2010+A1:2012, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado, y la norma EHE-08.

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 934-6:2009, Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 6: Toma de muestras, evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones.

3.3.12.4 Adiciones

Se considera únicamente la utilización de cenizas volantes y de humo de sílice como adiciones al hormigón en el momento de su fabricación.

Se podrán utilizar cenizas volantes o humo de sílice como adición en el momento de la fabricación del hormigón únicamente cuando se utilice cemento tipo CEM I.

3.3.12.5 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 la Norma EHE-08 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 siguiente tabla:

Tabla 8. Tipos de cemento

Tipo de hormigón	Tipo de cemento
Hormigón en masa	Cementos comunes Cementos para usos especiales
Hormigón armado	Cementos comunes Cementos para usos especiales
Hormigón pretensado	Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D

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.

3.3.12.6 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 9. 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

3.3.13 Hormigones

3.3.13.1 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.

3.3.13.2 Control de calidad

Documentación a aportar:

- El cemento a emplear poseerá Certificado de Calidad de Producto en vigor, emitido por Organismo Autorizado, conforme la norma UNE-EN 197-1:2011, Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes. Los aditivos a emplear poseerán Certificado de Calidad de Producto o Marcado CE conforme 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. Los áridos a emplear poseerán Marcado CE conforme al Reglamento UE 305/2011, de 9 de marzo de 2011 por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo.
- La planta o plantas de hormigón que se utilicen para la ejecución de las obras realizarán como mínimo anualmente mediante una empresa autorizada la comprobación de todas sus básculas y dosificadores.
- No se podrán emplear hormigones fabricados con cemento y/o aditivos que no tengan el correspondiente Certificado de Calidad de Producto o Marcado CE.
- En el caso de no poseer los áridos el correspondiente Marcado CE, la empresa ejecutora realizará en laboratorio acreditado, los ensayos indicados en el presente pliego para garantizar el cumplimiento del mismo.
- El agua empleada para la fabricación del hormigón deberá ensayarse, conforme lo especificado en el presente pliego, como mínimo una vez al año.

3.3.14 Morteros

3.3.14.1 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 reemplazo del mortero en el cual el cemento haya comenzado a fraguar.

3.3.14.2 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 acabamiento 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.

3.3.15 Resina epoxi-brea

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

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.

3.3.16 Materiales para juntas

3.3.16.1 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.

3.3.16.1.1 *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.

3.3.16.1.2 *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.

3.3.17 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: 6-8-10-12-14-16-20-25-32 y 40 mm.

Cumplirá las prescripciones contenidas en la Instrucción para el hormigón estructural EHE aprobada por Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio. y en la norma UNE-EN 10080:2006, Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.

- Artículo 32 EHE-08: Aceros para armaduras pasivas
- Artículo 33 EHE-08: Armaduras pasivas
- Artículo 34 EHE-08: Aceros para armaduras activas
- Artículo 35 EHE-08: Armaduras activas
 - Artículo 69 EHE-08: Procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras pasivas
- Artículo 87 EHE-08: Control del acero
- Artículo 88 EHE-08: Control de las armaduras

3.3.17.1 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 32.2.a de la EHE-08, los siguientes tipos de acero corrugado:

Tabla 10. Tipos de acero corrugado

Tipo de acero		Acero soldable		Acero soldable con características especiales de ductilidad	
Designación		B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Límite elástico, f_y (N/mm ²) ⁽¹⁾		≥ 400	≥ 500	≥ 400	≥ 500
Carga unitaria de rotura, f_t (N/mm ²) ⁽¹⁾		≥ 440	≥ 550	≥ 480	≥ 575
Alargamiento de rotura, ϵ_{uS} (%)		≥ 14	≥ 12	≥ 20	≥ 16
Alargamiento total bajo carga máxima, $\epsilon_{máx}$ (%)	Acero suministrado en barra	≥ 5,0	≥ 5,0	≥ 7,5	≥ 7,5
	Acero suministrado en rollo ⁽²⁾	≥ 7,5	≥ 7,5	≥ 10,0	≥ 10,0
Relación f_t/f_y ⁽²⁾		≥ 1,05	≥ 1,05	$1,20 \leq f_t/f_y \leq 1,35$	$1,15 \leq f_t/f_y \leq 1,35$
Relación $f_{y,real}/f_{y,nominal}$		—	—	≤ 1,20	≤ 1,25

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

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

⁽³⁾ En el caso de aceros corrugados 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 23. 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.

Las barras de todos los tipos deberán tener aptitud al doblado-desdoblado, manifiesta por la ausencia de grietas apreciables al realizar el mencionado ensayo regulado por la UNE EN- ISO 15630: 2019, Aceros para el armado y el pretensado del hormigón.

3.3.17.2 Control de calidad

- Instrucción de Hormigón Estructura (EHE-08).
- 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.

3.3.17.3 Identificación y marcado

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

- UNE 36811:98 IN: Barras corrugadas de acero para armaduras de hormigón armado. Códigos de identificación del fabricante.

- UNE 36812:96 IN Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado. Códigos de identificación del fabricante.

3.3.17.4 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.

3.3.18 Mallas electrosoldadas

Las mallas empleadas para la ejecución de los trabajos será del tipo B 500 T, se ajustarán a la siguiente serie: 15x15 Ø10 mm y 15x15 Ø 8 mm.

Cumplirá las prescripciones contenidas en la Instrucción para el hormigón estructural EHE aprobada por Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio. y en la norma UNE-EN 10080:2006, Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.

- Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)
 - 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.

3.3.18.1 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 la Instrucción para el hormigón estructural EHE-88 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%).

3.3.18.2 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 90 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)”

3.3.18.3 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

3.3.18.4 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 31.3 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)”.

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 31.5 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)”. La garantía de calidad de las mallas electrosoldadas será

exigible en cualquier circunstancia a la empresa adjudicataria de las obras.

Serán de aplicación las prescripciones recogidas en el apartado 31.6 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)”.

Serán de aplicación las condiciones de aceptación o rechazo de los aceros indicados en el apartado 90.5 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).”

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

3.3.19 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: $E: 210.000 \text{ N/mm}^2$
- Módulo de elasticidad transversal o módulo de rigidez: $G: 81.000 \text{ N/mm}^2$
- Coeficiente de Poisson: $\nu: 0,3$
- Coeficiente de dilatación térmica: $\alpha : 1,2 \times 10^{-5} (\text{°C})^{-1}$

- 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 11. 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 f_y (N/mm ²)			Tensión de rotura 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 12. 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 agrias 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.

3.3.20 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 4014:2011, 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.

3.3.21 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 el 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).

3.3.22 Albañilería

3.3.22.1 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 13. 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.

3.3.22.2 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.

3.3.22.3 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.

3.3.22.4 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 14. 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
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 reemplado del mortero en el cual el cemento haya comenzado a fraguar.

3.3.22.5 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.

3.3.22.6 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-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.

3.3.22.7 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 15. 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.

3.3.22.8 Bloques de hormigón

La fábrica de bloques prefabricados de hormigón será del tipo "split" en color crema de 40x20x20, recibido con mortero M-5 de 250 kg de cemento y relleno de hormigón en masa HM-20/B/20/IIa, para la estación de bombeo y filtrado.

La fábrica de bloques prefabricados de hormigón será del tipo "split" en color crema de 40x20x15, recibido con mortero M-5 de 250 kg de cemento y relleno de hormigón en masa HM-20/B/20/IIa, con armadura B 500 S, para la reposición del cerramiento de la estación de bombeo de la colectividad de Pozo Alcón.

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/IIa, con armadura B 500 S, para la reposición de arquetas de riego de los servicios afectados.

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.

3.3.23 Estructuras construidas con elementos prefabricados de hormigón

Todo lo referido a este tipo de estructuras seguirá las prescripciones establecidas en el Artículo 59º de la EHE-08.

Forjados unidireccionales con viguetas o losas alveolares

Se respetarán en todo momento las prescripciones recogidas en el Artículo 59.2 de la EHE-08.

3.3.23.1 Fabricación y comprobaciones

Paneles de encofrado

Los paneles se fabricarán con moldes que cumplan las siguientes características:

- Metálicos horizontales
- Abatibles a 85°
- Los diferentes elementos que componen el molde estarán bien ajustados, formando un conjunto estanco para evitar las pérdidas de lechada.
- Las diferentes piezas de los paneles se hormigonarán de forma continua sin que se realicen juntas de hormigonado.
- Irán provistas de elementos de manipulación y elevación colocados por encima del centro de gravedad.
- Resistencia al fuego de 240 minutos.

Desmoldeo

La resistencia inicial para el desmoldeo de las piezas de los paneles será superior a 100 N/mm² y se realizará conforme al apartado correspondiente de la EHE-08.

Las piezas se almacenarán en vertical y separadas entre ellas para permitir la libre circulación del aire para su secado.

Control dimensional

- Longitud +- 1,8 mm.
- Altura +- 0,6 mm.
- Espesor mínimo de 15 cm +- 5 mm.
- Planeidad < 2%.

Inspección visual

Los paneles presentarán sus aristas perfectamente definidas, estarán exentas de grietas,

coqueras o cualquier otro desperfecto que pueda afectar sus condiciones de funcionalidad.

Acabado liso, fratasado la cara exterior en árido blanco MACAEL.

Marcado

Todos los paneles estarán perfectamente identificados de forma inequívoca con el marcado de trazabilidad correspondiente.

El fabricante del cerramiento poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente y garantizará documentalmente el cumplimiento del presente pliego.

3.3.24 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.

3.3.25 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 9712:2012, 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 3452-1:2022, versión corregida 2014-05-01), 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 3452-1:2022, versión corregida 2014-05-01), 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.

3.3.26 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 16. 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 17. 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 10.240:1998, Recubrimientos de protección internos y/o externos para tubos de acero. Especificaciones para recubrimiento galvanizados en caliente aplicados en plantas automáticas.

3.3.27 Arquetas prefabricadas

Las arquetas serán prefabricadas de hormigón armado. Cumplirán lo especificado en el presente pliego para el hormigón y el acero, así como lo especificado en la EHE -08.

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

Las tolerancias dimensionales admisibles serán de más-menos 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.

Aspecto:

Los elementos prefabricados no presentarán:

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

3.3.28 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 antivándalico.

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 .

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

3.3.29 Vallas de cerramiento

Las vallas de cerramiento tendrán las siguientes características:

- Altura: 2,00 m.
- Malla: Galvanizada simple torsión (en balsa de doble 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/IIa 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.

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.

3.3.30 Tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD)

3.3.30.1 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.

El sistema de canalización objeto de este pliego deberá poder utilizarse para el suministro de agua para uso alimentario. Los productos destinados al uso en sistemas de suministro de agua deben cumplir, en caso de existencia, la legislación y disposiciones de ensayos/certificados de conformidad sanitaria que garanticen aptitud para el contacto con el agua potable. Por tanto, en los compuestos de tubos y accesorios de polietileno se cumplirán los requisitos nacionales para garantizar la potabilidad. El producto cumplirá con 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 relativo a los criterios sanitarios de la calidad del agua para consumo humano.

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.

Las tuberías de PE serán inodoras, insípidas y atóxicas, cualidades óptimas para la conducción de agua potable para consumo humano entre otras aplicaciones. El PE conservará intactas las características organolépticas del agua sin modificar su sabor.

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.

3.3.30.2 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 megapascales 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:

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

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_{\min} . Valor mínimo del espesor de pared en cualquier punto de la circunferencia de un componente.

Espesor de pared máximo en cualquier punto, e_{\max} . 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.

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

Dónde: P_n = presión nominal, en MPa

D_n = diámetro nominal, en mm.

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

3.3.30.3 Características técnicas

3.3.30.3.1 *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 12201-2:2012, 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 potable.

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 18. Características del material (I)

Propiedad	Unidad	PE 100
Mínima tensión requerida, MRS	MPa	10
Tensión de diseño, σ	MPa	8
Coefficiente 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
Coefficiente 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.

3.3.30.3.2 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.

3.3.30.3.3 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 x 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.

3.3.30.3.4 *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 19. 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 13479:2010
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 macho 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.

3.3.30.3.5 *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 20. 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.

3.3.30.4 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.

3.3.30.5 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.

3.3.30.6 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.

3.3.30.7 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, 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 en estos diámetros superiores a 315 mm en el que el útil puede 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:

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

Siendo:

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

f_B = coeficiente de reducción.

PN_{tubo} = Presión Nominal del tubo.

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

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

Para TEs manipuladas $f_B = 0,6$.

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.

3.3.30.8 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.

3.3.30.9 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).

3.3.30.10 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.

3.3.30.11 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.

3.3.30.12 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.

3.3.30.13 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.

3.3.30.14 Plan de aseguramiento de la calidad

3.3.30.14.1 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 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 45.011). 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.

3.3.30.14.2 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 21. 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
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.

3.3.30.14.3 *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.

3.3.30.14.4 *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.

3.3.30.15 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 siguiente tabla.

Tabla 22. Plan general de ensayos tuberías 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 coextruídos)	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
Integridad de la estructura (solo tubos coextruídos)	Una vez al año por clase
Adhesión de revestimiento (solo tubos pelables)	Verificación antes de cada ensayo

3.3.31 Prefabricados de hormigón

Se incluyen en este apartado a las arquetas.

3.3.31.1 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 mercado 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 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08)

- 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

3.3.31.2 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.

3.3.31.3 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.

3.3.31.3.1 *Áridos, agua, aditivos, cemento, hormigón y armado*

Cumplirán lo especificado anteriormente en el presente Pliego.

3.3.31.3.2 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.

3.3.31.4 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.

3.3.31.5 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.

3.3.31.6 Marcado de los prefabricados

Todos los prefabricados estarán correctamente marcados e identificados con, como mínimo el número de lote.

3.3.32 **Soportes prefabricados de hormigón para paneles fotovoltaicos**

Se ha proyectado en base a piezas de hormigón, cuya función es la de servir de soporte y orientación para paneles solares fotovoltaicos fijos. Estas piezas prefabricadas de hormigón están diseñadas para hacer la función de soporte para paneles solares en superficies planas, de ahí la necesidad de adecuación del terreno de la parcela.

Se basa en su geometría y la masa necesaria para contrarrestar los efectos del viento y los agentes externos, con una inclinación de 15° óptima para el mejor rendimiento de los paneles solares. Consigue simplificar el método de montaje de paneles solares al no tener que montar estructura alguna, reduciendo el tiempo de ejecución, eliminando los perfiles metálicos auxiliares y abaratando el coste total de la instalación.

En la siguiente figura se refleja el soporte prefabricado que se empleará. Podemos observar que vienen caracterizados por un ángulo de inclinación de 15°, un peso de 550 kg y fabricado con HM-20. El intereje de vano es la distancia entre cada dos soportes y coincidirá con la longitud de módulo fotovoltaico (en este caso 2,384 m).

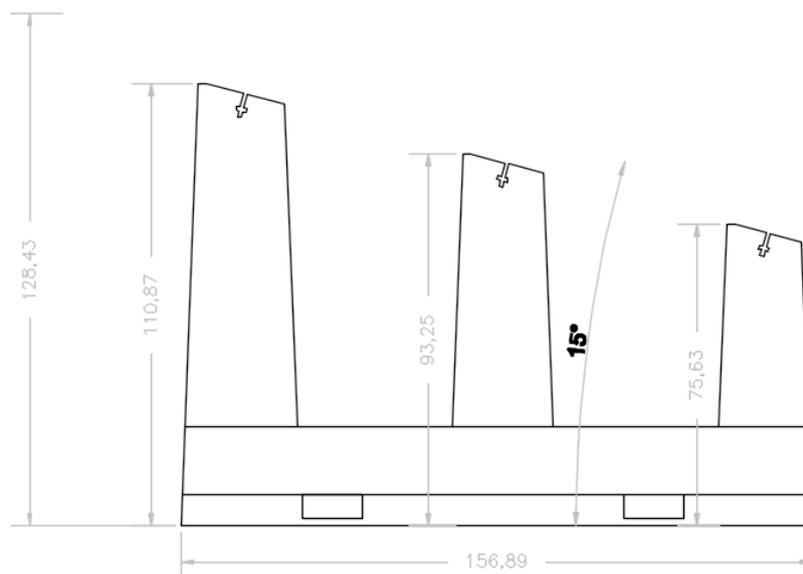


Ilustración 1. Dimensiones soporte prefabricado

3.3.33 Soportes prefabricados flotantes para paneles fotovoltaicos

La plataforma flotante consiste en un sistema modular de cubierta flotante solar formada por unidades que forman una retícula estructurada de flotadores. Los módulos flotantes sirven de apoyo a los paneles fotovoltaicos del generador, así como caminos de servicio, vías de acceso y evacuación eléctrica.

La flexibilidad del diseño de la cubierta flotante permite:

- Adaptación total a las condiciones de vaciado y llenado propias de las condiciones de explotación de la balsa.
- Adaptación a cubriciones parciales de la superficie gracias al modularidad del diseño con mayor o menor número de unidades flotantes.

El sistema de cubierta flotante está constituido por:

- Flotador modular encajable con inclinación 5°, fabricado en HDPE aditivado contra rayo UV.
- Flotador pasarela. Flotador destinado a operaciones de montaje, mantenimiento y colocación de canalizaciones, cableado e instalaciones secundarias de la instalación eléctrica FV, formado por flotador modular encajable y tapa transitable, fabricado en HDPE y opcionalmente inyectado con poliuretano.
- Uniones elásticas entre flotadores.
- Cabos perimetrales: amarres o cuerdas de fibras de poliéster o nailon que unen las

- alineaciones perimetrales de la plataforma solar con el sistema de cimentación.

Las uniones entre flotadores son uniones elásticas que permiten:

- El giro relativo entre flotadores en el talud.
- Absorber los desplazamientos propios y circunstanciales al producirse el contacto con el vaho de la balsa durante el llenado y vaciado de la misma.
- Constituir una plataforma flotante con más grados de libertad que permite su uso y acoplamiento en las distintas geometrías de la balsa.
- El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

La cubierta flotante se ancla al exterior mediante cabos perimetrales, amarres o cuerdas que unen las alineaciones perimetrales de la plataforma solar con el sistema de cimentación de fondo o anclaje perimetrales. La estructura sobre la que se montarán los módulos tendrá una inclinación de 5° sobre la horizontal y ángulo de acimut de -14°, que se ha tenido en cuenta para el estudio de la producción de la instalación.

Se propone como flotador principal a utilizar en la estructura flotante una pieza plástica, de planta rectangular, de geometría cóncava, que le confiere de flotabilidad y minimiza el uso de material termoplástico en su construcción. Con objeto de posibilitar el montaje inclinado de los paneles FV la pieza generará un plano inclinado a 5° sin la necesidad de utilizar elementos para sobre elevarlos.

Cada panel FV, dispuesto en posición horizontal, dispondrá de dos flotadores principales espaciados entre ellos y dispuesto en los extremos del mismo, de forma que se aumente la estabilidad del conjunto o unidad flotante (unidad básica de la estructura flotante).

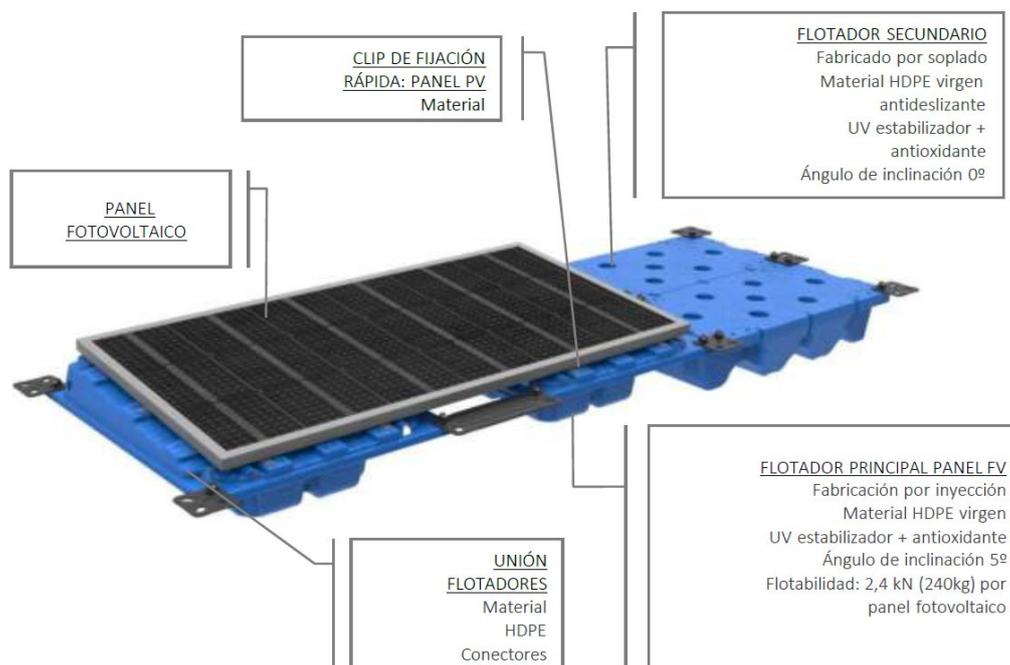


Ilustración 2. Unidad flotante, flotador principal y secundario

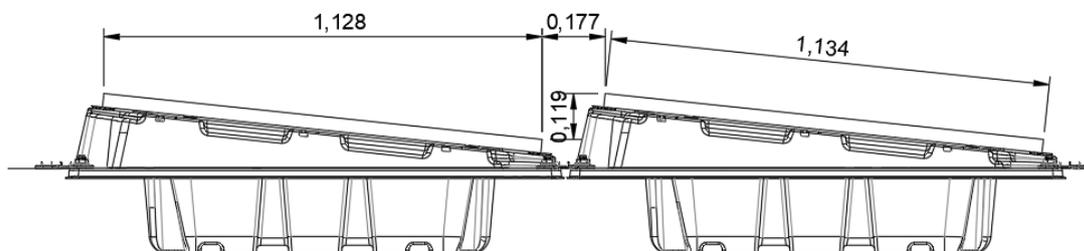


Ilustración 3. Disposición de paneles solares en el sector IX-X

No se dispone de datos batimétricos del embalse de detalle actual, si de las curvas de nivel del terreno cuan se ejecutó. Del levantamiento topográfico realizado mencionado anteriormente puede extraerse que la zona del fondo es una superficie relativamente plana y uniforme, y que los taludes tienen una pendiente muy suave.

La plataforma solar flotante está sometida a distintos tipos de cargas, que deben ser soportadas por la propia flotabilidad del sistema y por las estructuras de anclaje y amarre. De forma simplificada, la flotabilidad del sistema será la responsable de soportar las acciones verticales, que básicamente estarán generadas por las cargas gravitatorias derivadas del peso propio de la unidad flotante, el peso de los paneles fotovoltaicos y el peso de la nieve en su caso.

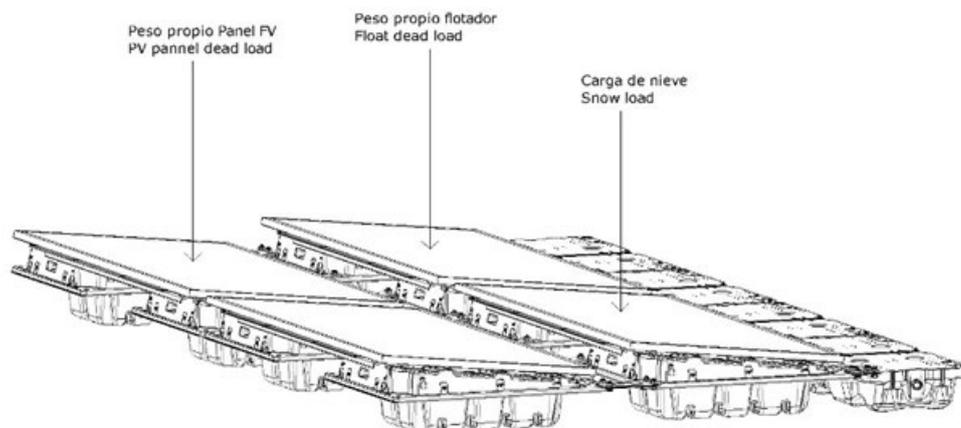


Ilustración 4. Cargas verticales

Por otro lado, los sistemas de anclaje y amarre deberán soportar las cargas con componente horizontal, que en este caso serán las cargas de viento, las cargas de oleaje y las cargas de corriente.

A partir de aquí, los cálculos de las cargas correspondientes sobre la cubierta solar flotante se fundamentan en la siguiente normativa:

- CTE-SE_AE, EC1: Acciones en las Estructuras.
- EUROCODIGO 1991-1-4: Viento.

Dadas las características geotécnicas del embalse y sus variaciones de nivel de agua, se considera que el sistema de amarre y anclaje debe estar compuesto por anclajes a fondo constituidos por bloques de hormigón armado, y amarres elásticos. Estos amarres elásticos están compuestos por una cuerda de poliéster y un sistema de gomas flexibles, denominado AMARRE ELÁSTICO.

El sistema se dimensiona de forma que pueda soportar las cargas de viento, oleaje, corriente y los desplazamientos horizontales derivados de las mismas, y los verticales fruto de las variaciones de nivel de agua. El sistema debe de ser capaz de asumir todas estas cargas y desplazamientos a todos los niveles de operación, e incluso permitir el asiento del sistema en el fondo del embalse en caso de períodos de gran sequía

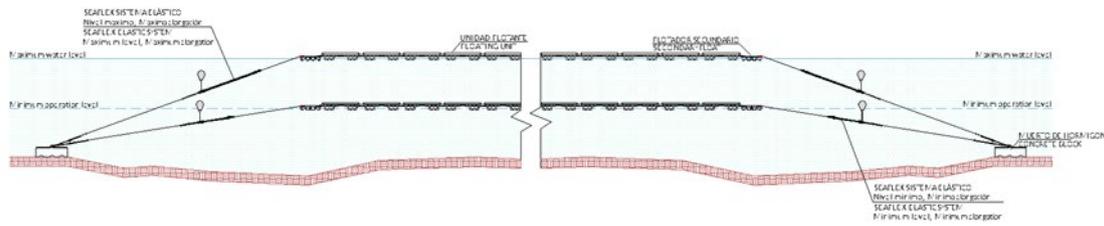


Ilustración 5. Anclaje a fondo

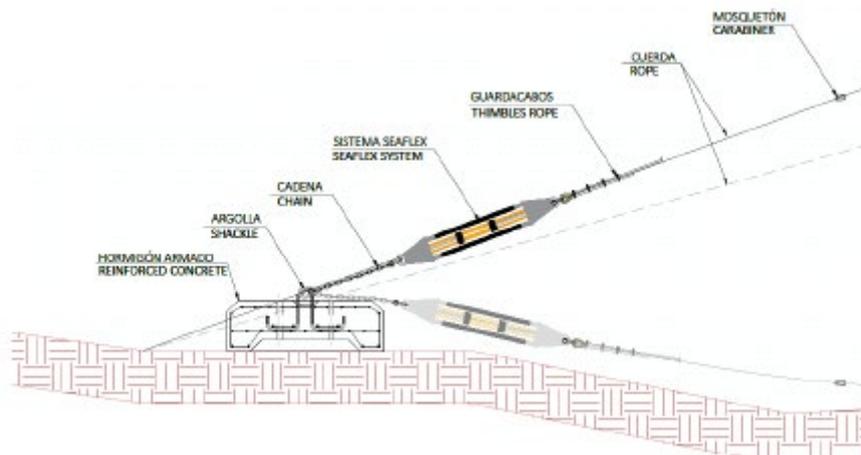


Ilustración 6. Anclaje a fondo - Detalle

El número de anclajes y amarres para cada alineación se determina a partir de la carga máxima admisible en los puntos de amarre a la planta y teniendo en consideración la distancia máxima entre ellos para un correcto funcionamiento. *Se establece un amarre tipo “triángulo”, compuesto por dos barras de amarre, que se unen a los flotadores mediante cuatro tornillos. Estas barras de amarre se unen al cabo principal a través de un cabo auxiliar, que forma el triángulo de amarre.*

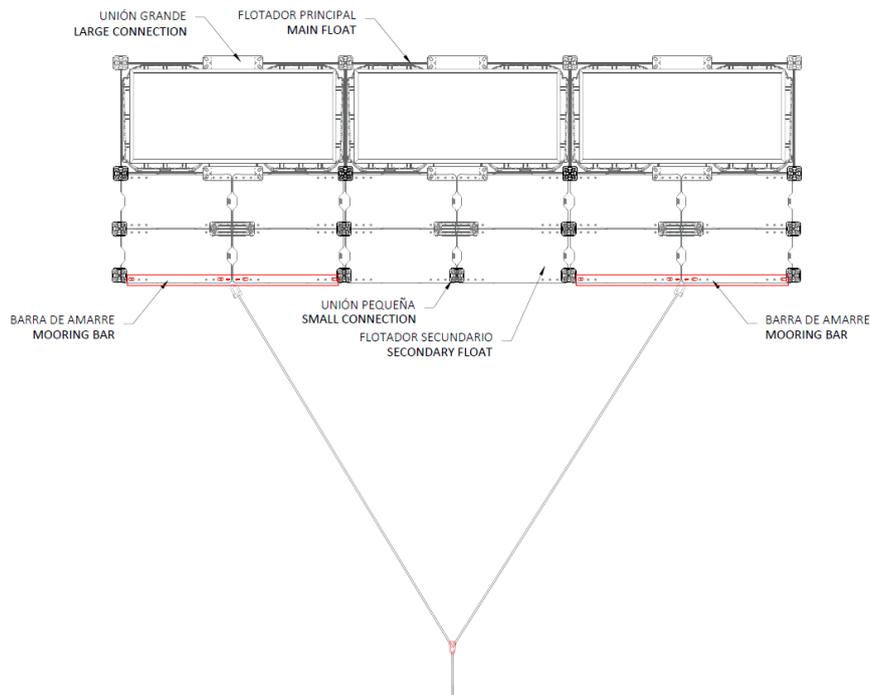


Ilustración 7. ASistema de amarre con barras

Los anclajes se realizarán a fondo. Este tipo de anclajes consisten en una serie de muertos de hormigón a los que va sujeta la plataforma a través de las líneas de amarre o líneas de fondeo. El cálculo de los bloques de hormigón (o muertos de hormigón) se fundamenta en la determinación de su peso, de forma que la reacción por fricción entre el bloque y el fondo sea superior a la carga horizontal transmitida por el sistema, y dicho peso sea superior a la carga vertical derivada del amarre.

Las dimensiones de los muertos se determinan de forma que no resulten demasiado altos para minimizar el riesgo de vuelco, ni tan bajos que las otras dos dimensiones resulten excesivas. También se debe tener en cuenta que, si bien la cantidad de material es un factor importante, y que se debe minimizar, los bloques se fabrican a medida para cada aplicación por lo que puede resultar más rentable hacerlos todos iguales y utilizar un único molde.

En este caso, se considera que lo ideal sería realizar dos tipos de muertos, uno para las orientaciones Norte y Sur, y otro para las orientaciones Este y Oeste, cuyas dimensiones serán:

- Tipo 1 (Norte-Sur): 2,85 x 2,85 x 0,6 (12180kg)
- Tipo 2 (Este-Oeste): 2,4 x 2,4 x 0,6 (8640 kg)

Estarán fabricados con HA-30/b/20/IIIb, armado con doble mallazo de 12 mm por 110 mm con acero B500S y con argolla para enganche de 32 mm de diámetro de acero inoxidable AISI 316.

El dimensionado de la longitud de los cabos de amarre se realiza de forma que el sistema pueda soportar las cargas resultantes a cualquier nivel de agua, es decir, para cualquier situación de carga y nivel de agua del embalse, y además se mantengan en estado de tensión en todo momento.

Los sistemas elásticos permiten además disminuir los picos de carga en los puntos de amarre a la planta, a diferencia de los sistemas convencionales (formados por cadenas y cables), que transmiten a la planta un pico de carga del orden de 3 veces superior a los adoptados.

El sistema elástico adoptado está formado por las denominadas unidades amarre elástico, constituidas por cilindros fabricados con material elastómero anclados a piezas metálicas. Pueden estar constituidas por uno o varios cilindros y de longitud variable según las condiciones de operación.



Ilustración 8. Sistema AMARRE ELÁSTICO

El número de gomas viene determinado por la carga de la línea de amarre y de la incorporación o no de sistema by-pass, que es un sistema que limita la elongación de las gomas (hasta la elongación de trabajo) y absorbe las cargas en estados límites últimos.

La longitud de las gomas es tal que su elongación para los distintos niveles de operación no supere la elongación máxima de diseño (80% de su longitud) a partir del cual empieza a trabajar el mencionado by-pass.

Así mismo, para un buen comportamiento del sistema la pretensión mínima (a nivel mínimo del embalse) debe de ser cercana al 15% y a nivel máximo cercada al 50%, de forma que para cualquier nivel de operación el sistema pueda tener aún un comportamiento elástico antes de entrar en carga el sistema de by-pas, En el caso de nivel máximo, el sistema dispone aún de un 30% de la longitud de las unidades AMARRE ELÁSTICO para trabajar en el rango elástico cuando está sometido a las cargas actuantes de oleaje, viento y corriente (hasta el 80%), momento a partir del cual el sistema pasa a comportarse como un sistema de amarre rígido, recuperando el comportamiento elástico cuando baja la intensidad de las cargas actuantes.

Para el acceso a las islas flotante se diseña una estructura tipo pantalán de dimensiones exteriores 1,68 m de ancho, 0,51 m y 13-13,5 m de longitud, realizadas con hormigón de muy alto rendimiento (HMAR o UHPC, hormigones con fibras). Se conoce por Hormigón de Muy Alto Rendimiento (HMAR, UHPFRC por sus siglas en inglés, Ultra High-Performance Fiber-Reinforced Concrete), a un material cementicio que combina sinérgicamente las tecnologías más recientes de los hormigones con fibras (HRF), los de alta resistencia (HAR) y los autocompactables (HAC). Según la Normativa Francesa NF P 18-470, la primera y más relevante que regula específicamente estos materiales, el HMAR se caracteriza por:

- Tener más de 120 MPa de resistencia característica a compresión.
- Tener un comportamiento dúctil a tracción gracias al uso de fibras que aportan un comportamiento pseudo-plástico a tracción acompañado de multi-micro fisuración.
- Tener una especial selección de partículas finas y ultrafinas que proporcionan un elevado empaquetamiento, alta durabilidad y autocompactación en estado fresco para facilitar su colocación.

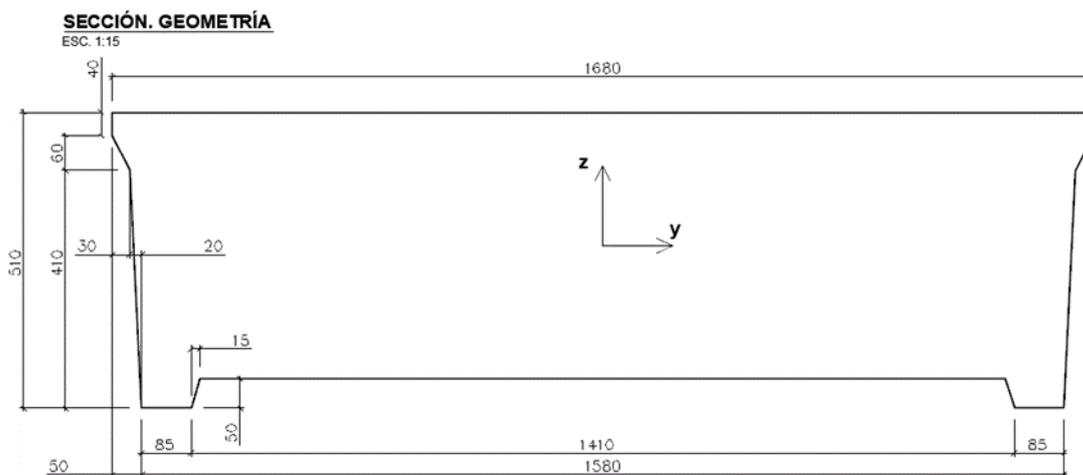


Ilustración 9. Geometría exterior del Pantalán de 1680 x 510 mm

Para reducir el peso del elemento y disponer de la flotabilidad deseada, la sección se encuentra aligerada en su interior con poliestireno expandido (EPS). La sección por la zona aligerada se muestra en la Figura 9. Los aligeramientos se disponen de manera discontinua a lo largo de la longitud generando diafragmas de 5 cm de espesor en los extremos y 4 cm de espesor en las zonas interiores. Se tiene un total de 6 diafragmas interiores separados una distancia máxima a eje de 2,04 m.

Los inversores irán colocados sobre estructuras flotante tipo pasarela con una plataforma especial para sujeción (como se puede ver en los planos). De manera a evitar la radiación solar y la lluvia directamente sobre el inversor, se instalará un toldo sobre cada uno de ellos (ver en el plano 3.11.12, hoja 2 de 2).

En resumen, el proyecto contempla:

- N° Unidades Flotantes para soporte de paneles FV: 2.172 en Isla 1 y 1.448 en Isla 2
- N° Flotadores secundarios (pasarelas): 610 en Isla 1 y 457 en Isla 2
- 10 estructuras para inversores.
- 10 Toldos de protección para inversores
- 4 piezas prefabricadas de pantalán para cada isla.

3.3.34 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 (REBT) 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.

3.3.34.1 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.

3.3.34.1.1 *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 61386-21:2005, Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 21: Requisitos particulares. Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 61386-22:2005, Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 22: Requisitos particulares. Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 61386-23:2005, 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.

3.3.34.1.2 *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	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °

- 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

3.3.34.1.3 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.

3.3.34.1.4 *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 0,6/1 kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

3.3.34.1.5 *Conductores aislados en el interior de la construcción*

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

3.3.34.1.6 *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 23. 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*.

3.3.34.1.7 *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.

3.3.34.2 Conductores

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

3.3.34.2.1 *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 hidrociorídrico 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.

3.3.34.2.2 *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. En aplicación de la ITC-BT-40 Instalaciones generadoras de baja tensión, la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la red de distribución pública o a la instalación interior, no será superior al **1,5%**, para la intensidad nominal
- **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.

3.3.34.2.3 *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.

3.3.34.3 *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.

3.3.34.4 *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 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

3.3.34.5 *Aparata de mando y protección*

3.3.34.5.1 *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 (REBT) 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.

3.3.34.6 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.

3.3.34.7 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.

3.3.34.8 Interruptores diferenciales

La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

3.3.34.8.1 *Protección por aislamiento de las partes activas*

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

3.3.34.8.2 *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.

3.3.34.8.3 *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.

3.3.34.9 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.

3.3.34.10 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.

3.3.34.11 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.

3.3.34.12 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

50107-1:2003, *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.*

3.3.34.13 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.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

3.3.34.13.1 *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, *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.

3.3.34.13.2 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 24. 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.

3.3.34.13.3 *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.

3.3.34.13.4 *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 25. Secciones conductores de tierra

Sección conductores fase (mm²)	Sección conductores protección (mm²)
Sf > 16	Sf
16 < S f < 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.

3.3.34.14 Inspecciones y pruebas en fábrica

La aparamenta 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 voltios, con un mínimo de 1500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

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.

3.3.35 Instalaciones eléctricas en media tensión

Se ha dimensionado la línea de evacuación del campo fotovoltaico para una potencia de 1,85 MW a 6 kV.

3.3.35.1 Conductores

El cable elegido es unipolar de aluminio homogéneo, formado constructivamente por las siguientes capas, de interior a exterior:

- 1) Conductor. Aluminio semirrígido clase 2 con sección normalizada 150 mm²,
- 2) Pantalla sobre conductor. Semiconductor extruido
- 3) Aislamiento. Etileno-propileno de alto módulo 105°C (HEPR)
- 4) Pantalla sobre aislamiento. Semiconductor extruido
- 5) Pantalla metálica. Hilos de cobre (H16)
- 6) Cubierta externa. Poliolefina color rojo (Z1)

El cable reúne las características indicadas, así como Especificaciones Particulares de la cía distribuidora.

Tabla 26. Especificaciones cable HEPRZ1 12/20 kV 1x150 K Al+H16

Designación	HEPRZ1 12/20 kV 1x150 K Al
Sección de aluminio (mm ²)	150
Radio min curvatura (mm)	500
Diámetro total (mm)	33
Resistencia a 20°C (Ω/km)	0,206
Reactancia a 20°C (Ω/km)	0,114
Peso propio (kg/km)	1220
I _{max} enterrado (25°C) A	260
Límite térmico (T=250°C 1 s) kA	14,1

3.3.36 Sistema de monitorización y control

Las instalaciones contarán con un sistema de monitorización que permita a la Comunidad de Regantes del Canal Zújar que pueda realizar las modificaciones que sean necesarias en dicha plataforma. Deberá ser compatible con la plataforma y con hardware con los que se cuenta actualmente en la Comunidad de Regantes, pues ya tiene varias instalaciones fotovoltaicas en funcionamiento con un sistema de monitorización y control.

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.
- Variables del funcionamiento del centro de transformación.
- 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.

El funcionamiento del sistema será el siguiente:

1. Los inversores distribuidos por el campo fotovoltaico reciben la información precedente de cada uno de los string que tienen conectados aguas abajo
2. Mediante cable de comunicaciones RS485 llega hasta el datalogger ubicado en la zona del campo fotovoltaico donde se centralizan trafos y casetas de servicios auxiliares. El datalogger también recibe la información de las ondas de radiación y temperatura e información de los trafos.
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.
4. Al mismo tiempo el datalogger se conectará con cable de comunicaciones RS485 al sistema antivertido esclavo (ubicado en el campo fotovoltaico). En las estaciones de bombeo, en el punto de conexión del nuevo suministro, se instalará el sistema antivertido maestro que tomará lecturas de la energía tomada de la red. Al estar las estaciones de bombeo (punto de consumo de la energía) alejadas del punto de producción de la

energía será necesaria una comunicación con fibra óptica monomodo con sus correspondientes switch (uno en campo fotovoltaico y otro en estación de bombeo).

Se muestra a continuación el esquema de monitorización de la instalación existente en el Sector VIII.1 (Fase 1) y en el Sector VIII.2, que obedece a lo explicado anteriormente:

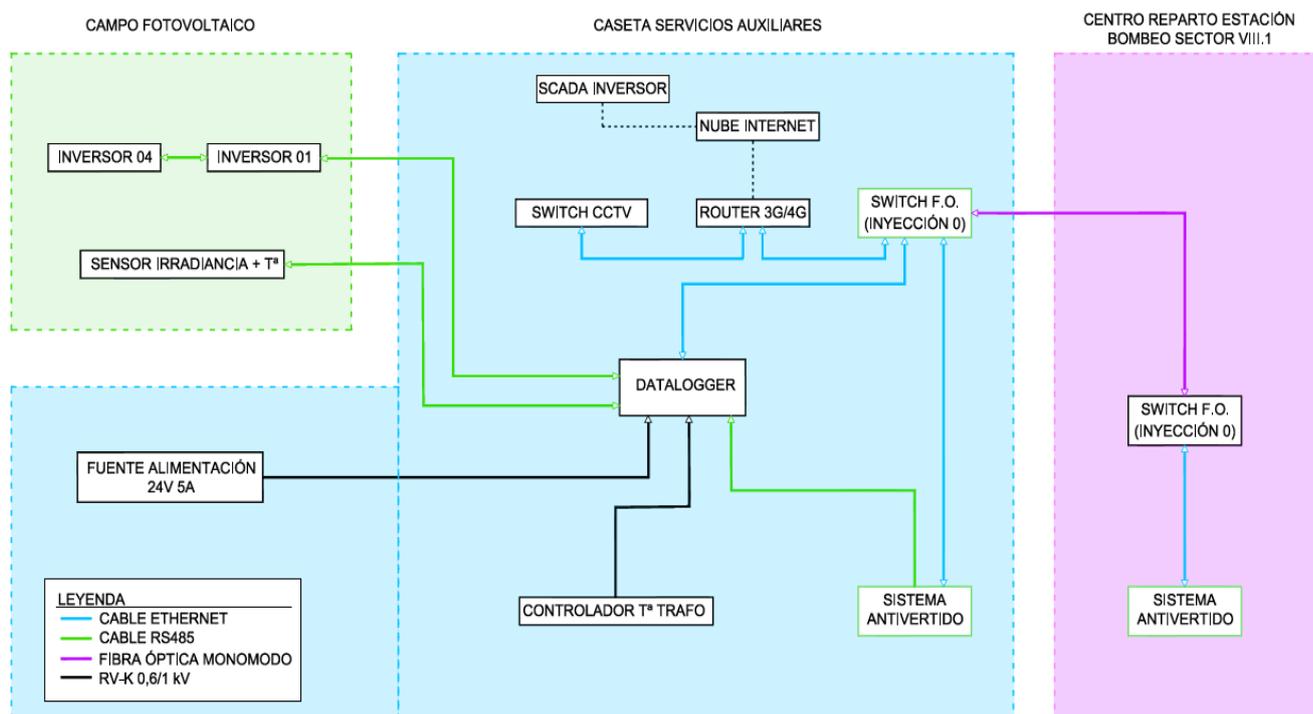


Ilustración 10. Esquema de sistema de monitorización existente en Sector VIII.1 y VIII.2

3.3.36.1 Monitorización de inversores

El datalogger deberá ser totalmente compatible con los inversores, tal como el ya existente en el Sector VIII.1 (Fase 1) y en el Sector VIII.2, ya que éste será el encargado de realizar la monitorización completa de la planta. Este dispositivo se ubica en el edificio de control de la planta, y a él se conectarán los inversores a través de sus entradas RS485.

El datalogger monitoriza y gestiona sistemas de alimentación fotovoltaica. Se encarga de la convergencia de todos los puertos, la conversión de protocolos, la obtención y el almacenamiento de datos, y la monitorización y el mantenimiento centralizado de los dispositivos de sistemas de alimentación fotovoltaica. Admite diferentes topologías de conexión o integración en red (red en forma de anillo de fibra, red en forma de estrella de fibra y red en forma de estrella ethernet).

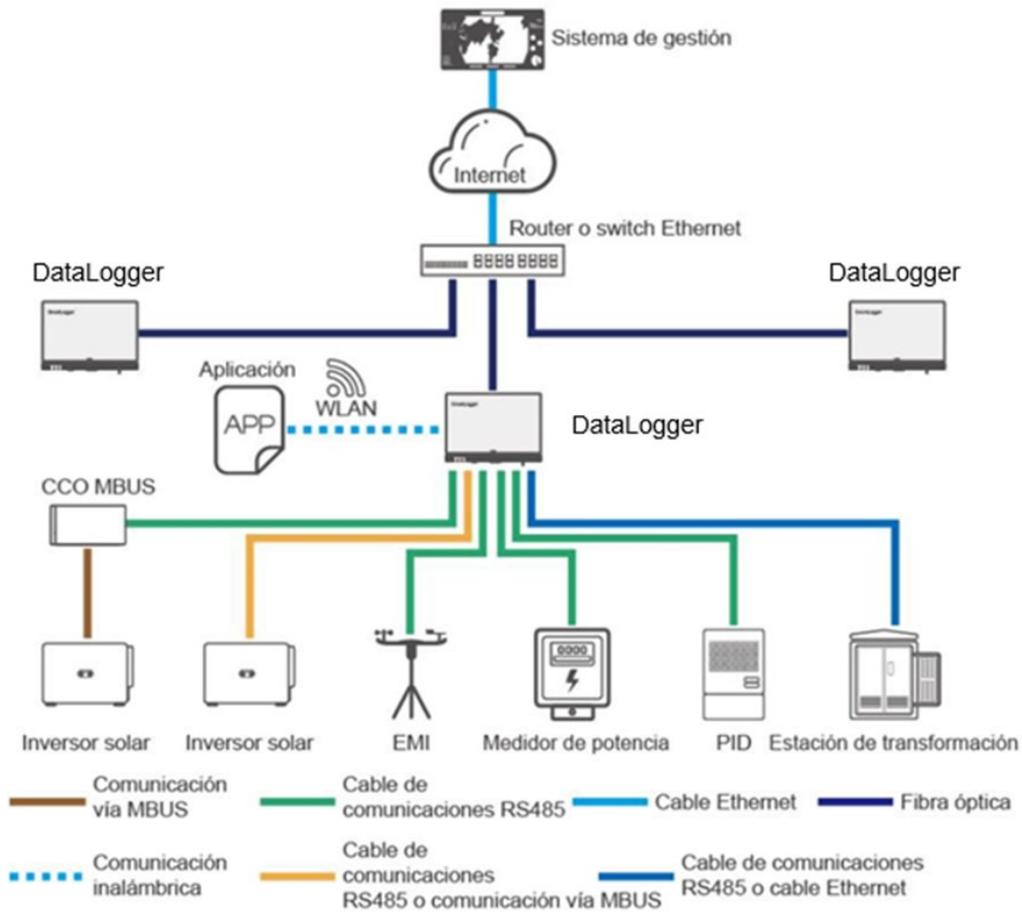


Ilustración 11. Topología de conexión tipo Red en forma de estrella de fibra o Ethernet

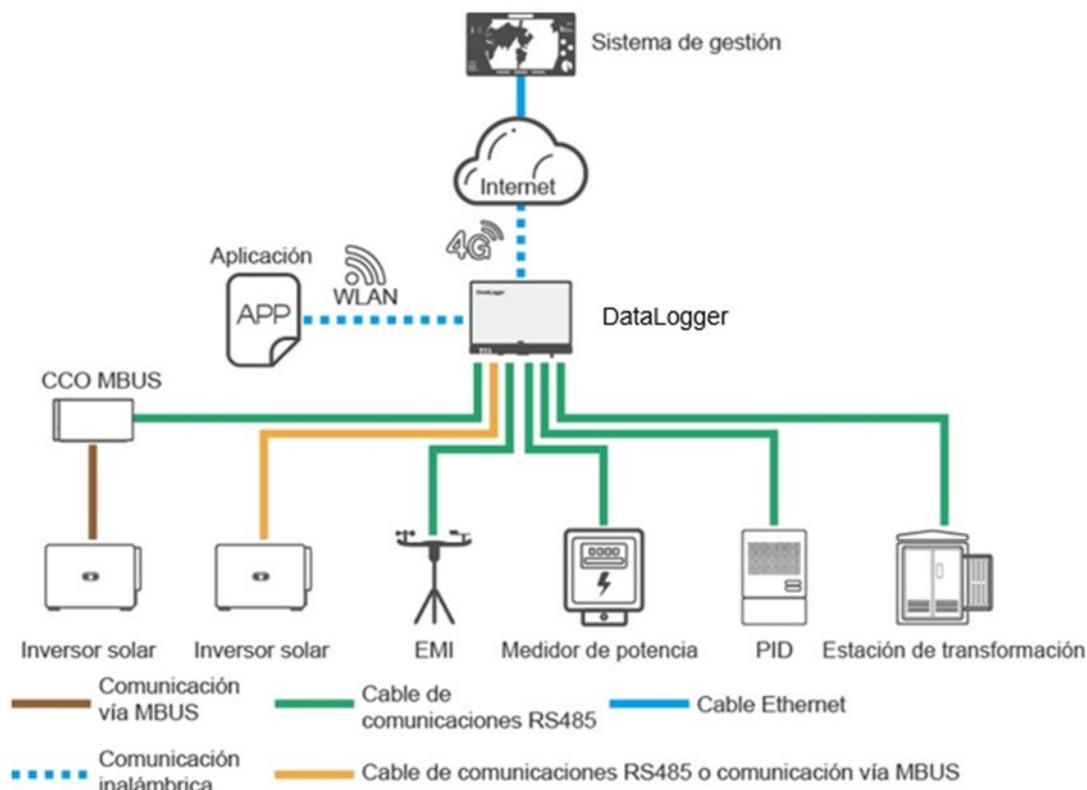


Ilustración 12. Topología de conexión tipo Conexión en red 4G

Utilizar el dispositivo de monitorización del mismo fabricante que los inversores asegura una completa compatibilidad entre ellos y un soporte técnico rápido. Los datos monitorizados por el dispositivo serán accesibles de manera remota a través del portal web destinado a ello o a través de la aplicación desarrollada para ello. Entre los principales parámetros que este dispositivo permite monitorizar y gestionar están:

- Gestión de la potencia reactiva a través de un voltaje límite.
- Protección ante voltajes desequilibrados.
- Escaneo de MPPT.
- Modo hibernación nocturno.
- Monitorización de los strings individuales.
- Detección de fallos por string referentes a parámetros como alta potencia o baja potencia entre otros.
- Definir la máxima potencia activa.
- Protección anti-isla.
- Programa de potencia remoto.

3.3.36.1 Router

Se empleará un router industrial del 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.

3.3.36.1 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+ fibra óptica: 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

3.3.36.2 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.

3.3.36.1 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.

3.3.36.1 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.

Dicho sistema antivertido debe asegurar el funcionamiento según el Anexo I del RD 244/19 donde se especifican los requerimientos de funcionamiento, para acoplar la producción solar al consumo y no realizar el vertido de los excedentes a la red.

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 *Ensayos para sistemas que eviten el vertido de energía a la red de distribución*).

La complejidad de estos sistemas radica en la sincronización entre consumo y generación, de forma que se asegure que no se pierde energía que fluya a la red de distribución o transporte dado que podría poner en peligro la integridad de las mismas o de las personas que trabajan en su mantenimiento. Esa sincronización básicamente depende de un analizador de redes instalado en el Punto Frontera, de tal forma que si detecta vertido a la Red de Distribución, un elemento de control intermedio manda reducir la potencia al inversor hasta el punto en el que no haya vertido. Es decir, la instalación fotovoltaica sigue generando energía, pero exactamente la que se consume en ese punto de consumo.

Para garantizar que el vertido de energía a la red de distribución sea nulo, de forma adicional al datalogger, será necesario la instalación de 2 equipos:

3.3.36.1 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 y RD 244/2019. 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 RD 244/2019.

El cableado de comunicaciones necesario para conectar los diferentes equipos se ha recogido en las figuras correspondientes a cada instalación que se muestran más adelante.

3.3.36.1 Equipo instalado en estación de bombeo

Otro equipo se ubicará en el punto frontera de la instalación junto a la conexión a la instalación eléctrica de la estación de bombeo.

Será también 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, procedente de los trafos de intensidad a instalar en la barra de 44 kV de la SET (parque intemperie)

Se comunica mediante fibra óptica con el equipo de la planta fotovoltaica para transmitirle las lecturas de medidas de consumo de la red eléctrica. El cableado de comunicaciones necesario para conectar los diferentes equipos se ha recogido en las figuras correspondientes a cada instalación que se muestran más adelante.

3.3.37 Centros de transformación

En el sector VIII.1, desde la salida AC de cada uno de los inversores trifásicos (800 V), se canaliza la alimentación hasta un cuadro general de CA, ubicado en el centro de transformación tipo interior, proyectado en el campo fotovoltaico. El motivo de su necesidad es el de elevar la tensión de salida de los inversores para poder así alimentar al cuadro de los equipos receptores (grupos de bombeo, tensión 6000 V) ubicado en el edificio de control de la Estación de Bombeo del Sector VIII-1, de la CR Canal del Zújar.

Se diseña un centro de transformación tipo interior, bajo envolvente prefabricada de hormigón armado, homologado para estos usos, de potencia nominal 2x1000 kVA, relación de transformación 6000 / 800 V y dotados de la aparamenta necesaria para proteger tanto los trafos como la salida de línea subterránea de MT (fase 1) que conectará la generación fotovoltaica con el centro consumidor, donde se ubican los receptores, con las siguientes características mecánicas y eléctricas ajustadas a la Norma UNE 21428-1, Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en un líquido aislante, 50 Hz, de 25 kVA a 3150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional y al Reglamento Europeo (UE) 548/2014 de ecodiseño de transformadores:

Tabla 27. Características transformador elevador Sector VIII.1 (1000 kVA 6000/800 V)

Transformador 1000 kVA	
Potencia	1000 kVA
Tipo de transformador	Llenado integral
Líquido dieléctrico	Vegetal
Tensión primaria	6000 V
Material conductor AT / BT	Aluminio / Aluminio
Tensión secundaria	800 V
Regulación (%)	±2,5 ±5%
Grupo conexión	Dyn 11
Frecuencia	50 Hz
Pérdidas en vacío Po / carga (W)	EcoDesign TIER II
Tensión de cortocircuito	6%
Color de acabado	RAL-7035
Tipo de refrigeración	ONAN
Normativa	IEC 60076
Sistema de pintura	C2

En el sector IX-X, desde la salida AC de cada uno de los inversores trifásicos (800 V), se canaliza la alimentación hasta un cuadro general de CA, ubicado en el centro de transformación tipo

interior, proyectado en cada una de las dos islas flotantes que componen en el campo fotovoltaico. El motivo de su necesidad es el de elevar la tensión de salida de los inversores hasta 6000 V para poder así transportar la potencia en condiciones técnicas, y posteriormente, ya en la Estación de Bombeo del Sector IX- X de la CR Canal del Zújar, reducir dicha tensión al nivel requerido para alimentar al cuadro de los equipos receptores (grupos de bombeo, tensión 500 V) ubicado en la sala de control del edificio de control de la Estación de Bombeo

Se diseñan centros de transformación tipo interior para cada isla flotante, bajo envolvente prefabricada de hormigón armado, homologado para estos usos, de potencia nominal 2x630 kVA en la isla 1 y 1x1000 kVA en la isla 2, relación de transformación 6000 / 800 V y dotados de la aparamenta necesaria para proteger tanto los trafos como la salida de línea subterránea de MT que conectará la generación fotovoltaica con el centro consumidor, donde se ubican los receptores, con las siguientes características mecánicas y eléctricas ajustadas a la Norma UNE 21428-1, Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en un líquido aislante, 50 Hz, de 25 kVA a 3150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional y al Reglamento Europeo (UE) 548/2014 de ecodiseño de transformadores:

Tabla 28. Características transformador elevador Sector IX-X (1000 kVA 6000/800 V)

Transformador 1000 kVA	
Potencia	1000 kVA
Tipo de transformador	Llenado integral
Líquido dieléctrico	Vegetal
Tensión primaria	6000 V
Material conductor AT / BT	Aluminio / Aluminio
Tensión secundaria	800 V
Regulación (%)	±2,5 ±5%
Grupo conexión	Dyn11
Frecuencia	50 Hz
Pérdidas en vacío Po / carga (W)	EcoDesign TIER II
Tensión de cortocircuito	6%
Color de acabado	RAL-7035
Tipo de refrigeración	ONAN
Normativa	IEC 60076
Sistema de pintura	C2

Tabla 29. Características transformador elevador Sector IX-X (630 kVA 6000/800 V)

Transformador 630 kVA	
Potencia	630 kVA
Tipo de transformador	Llenado integral
Líquido dieléctrico	Vegetal
Tensión primaria	6000 V
Material conductor AT / BT	Aluminio / Aluminio
Tensión secundaria	800 V
Regulación (%)	±2,5 ±5%
Grupo conexión	Dyn11
Frecuencia	50 Hz
Pérdidas en vacío Po /carga (W)	EcoDesign TIER II
Tensión de cortocircuito	4%
Color de acabado	RAL-7035
Tipo de refrigeración	ONAN
Normativa	IEC 60076
Sistema de pintura	C2

Para la conversión final de la energía generada en el campo fotovoltaico flotante necesaria previa a su utilización por la instalación convencional de la Estación de Bombeo (autoconsumo), se diseñan centros de transformación tipo interior, bajo envolvente prefabricada de hormigón armado, homologado para estos usos, de potencia nominal 2x630 kVA (EB- CT1) y 1x1000 kVA (EB- CT2), relación de transformación 6000 / 500 V y dotados de la aparamenta necesaria para proteger tanto los trafos como la salida de línea subterránea de MT que los alimenta.

Estos centros están dotados de armarios de protección con interruptor automático en BT (500 V) calibre 2000 A con relé diferencial tipo A sensibilidad 30 mA, para conexión con las celdas de protección de las líneas, que se ubicarán en la sala de control de la Estación de Bombeo, de idénticas características a las descritas en los centros de transformación. Desde aquí se conectarán mediante bandeja de cables por el sótano de la Estación con las cabinas de interruptor de protección de salida de los trafos convencionales. Estos cables se conectarán desde la parte inferior, accesible por el sótano de cables de la Estación junto al foso de bombas, directamente a las bornas de salida de dichos interruptores, asegurando de esta manera, la falta de tensión aguas arriba en caso de apertura de los interruptores convencionales

A continuación, se exponen las características mecánicas y eléctricas ajustadas a la Norma UNE 21428-1, Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en un líquido aislante, 50 Hz, de 25 kVA a 3150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos

generales. Complemento nacional y al Reglamento Europeo (UE) 548/2014 de ecodiseño de transformadores:

Tabla 30. Características transformador reductor Sector IX-X (1000 kVA 6000/500 V)

Transformador 1000 kVA (6000/500V)	
Potencia	1000 kVA
Tipo de transformador	Llenado integral
Líquido dieléctrico	Vegetal
Tensión primaria	6000 V
Material conductor AT / BT	Aluminio /Aluminio
Tensión secundaria	500 V
Regulación (%)	±2,5 ±5%
Grupo conexión	Yd11
Frecuencia	50 Hz
Pérdidas en vacío Po / carga (W)	EcoDesign TIER II
Tensión de cortocircuito	6%
Color de acabado	RAL-7035
Tipo de refrigeración	ONAN
Normativa	IEC 60076
Sistema de pintura	C2

Tabla 31. Características transformador reductor Sector IX-X (630 kVA 6000/500 V)

Transformador 630 kVA (6000/500V)	
Potencia	630 kVA
Tipo de transformador	Llenado integral
Líquido dieléctrico	Vegetal
Tensión primaria	6000 V
Material conductor AT / BT	Aluminio /Aluminio
Tensión secundaria	500 V
Regulación (%)	±2,5 ±5%
Grupo conexión	Yd11
Frecuencia	50 Hz
Pérdidas en vacío Po / carga (W)	EcoDesign TIER II
Tensión de cortocircuito	4%
Color de acabado	RAL-7035
Tipo de refrigeración	ONAN
Normativa	IEC 60076

Sistema de pintura	C2
--------------------	----

3.3.38 Celdas modulares

Las celdas prefabricadas se ajustarán a las Normas UNE-EN 62271-200:2012 *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*, IEC 298 (2ª edición), “Aparellaje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 36 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:

- o Desengradado alcalino por inmersión en baño caliente, a fin de eliminar grasas y aceites de la superficie del metal.
- o Fosfatación amorfa.
- o Pasivado crómico.
- o Secado.
- o 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.

Serán equipos con corte y seccionamiento en SF6 (a excepción del interruptor automático, que realiza el corte en vacío), donde cada una de las celdas tendrá su apartamento y juego de barras encerrados en una cuba estanca de acero inoxidable, llena de SF6 y sellada de por vida.

Se suministrarán con el conjunto de elementos de unión entre ellas (tulipas) para una correcta conexión eléctrica y continuidad del embarrado, así como los terminales de conexión con el cableado de entrada/salida a las celdas.

3.3.38.1 Celda de remonte

Celda con función remonte de cables 12 kV, de dimensiones aproximadas: 365 mm de anchura, 735 mm de profundidad, 1740 mm de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión con entrada inferior de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

3.3.38.2 Celda de protección con interruptor automático

Celda modular con interruptor automático 12 kV 400 A, de dimensiones aproximadas: 470 mm de anchura, 735 mm de profundidad, 1740 mm de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes, de 25 kA.
- Seccionador en SF6 (hexafluoruro de azufre)
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en vacío, tensión de 12 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 25 kA, con bobina de apertura a emisión de tensión 230 VCA, 50 Hz.
- Mando RI de actuación manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra.
- 3 transformadores toroidales para la medida de corriente.
- Bobina de disparo, contactos auxiliares, enclavamientos y relé autoalimentado (funciones de protección 50-51-50N-51N).
- Enclavamiento por cerradura tipo E24 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso al compartimento inferior de la celda en tanto que el disyuntor general BT no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda no se ha cerrado previamente.

Se instalará un armario anexo a la celda de protección en el que se incluirá el relé de protección del transformador.

3.3.38.3 Celda de línea

Celda de línea modular con interruptor seccionador 12 kV / 400 A, de dimensiones aproximadas 365x735x1740 mm y conteniendo:

- Juego de barras III 400 A.
- Interruptor-Seccionador (SF6) 400 A con mando manual. $V_n = 12$ kV; $I_{cc} = 25$ kA (1s)
- Seccionador PaT (SF6).
- Indicador de presencia de tensión.
- Bornes para conexión de cable atornillables (interfaz tipo C).
- Embarrado de PaT.

3.3.38.4 Celda de protección con fusibles

Celda de protección con fusibles modular 12 kV 400 A con interruptor seccionador + fusibles APR, de dimensiones aproximadas 470x735x1740 mm y conteniendo:

- Juego de barras III 400 A.
- Interruptor-Seccionador (SF6) 400 A con mando manual. Vn= 12 kV; Icc = 25 kA (1s)
- Protección fusibles 3x125 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.

3.3.39 Cuadro General de Baja Tensión (Sector VIII.1)

El cuadro general de baja tensión de cada transformador principal tendrá los siguientes elementos:

- 1 interruptor automático III / 800 A, poder de corte 70 kA
- 1 rele diferencial clase A sensibilidad 30 mA y toroidales necesarios
- 1 protector sobretensiones categoría IV / 800 V
- 5 interruptor automatico magnetotermico III / 160 A, 35 kA

La conexión entre el transformador y el cuadro BT se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, con aislamiento de XLPE (RV 0,6 / 1 kV) sección 4(3x240) mm². Las secciones mínimas necesarias de los cables estarán de acuerdo con la potencia del transformador y corresponderán a las intensidades de corriente máximas permanentes soportadas por los cables.

3.3.40 Cuadro General de Baja Tensión (Sector IX-X)

El cuadro general de baja tensión de cada transformador principal tendrá los siguientes elementos:

- 1 interruptor automático III / 630 A, poder de corte 50 kA
- 1 rele diferencial clase A sensibilidad 30 mA y toroidales necesarios
- 1 protector sobretensiones categoría IV / 800 V
- 3 interruptor automatico magnetotermico III / 160 A, 35 kA
- 3 cartuchos fusible NH1 25 A i/fus 10A 1000 V (Salida a transformador SSAA)

La conexión entre el transformador y el cuadro BT se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, con aislamiento de XLPE (RV 0,6 / 1 kV) sección 4(3x240) mm². Las secciones mínimas necesarias de los cables estarán de acuerdo con la potencia del transformador y corresponderán a las intensidades de corriente máximas permanentes soportadas por los cables.

3.3.41 Cuadro de Servicios Auxiliares

Se instalará un cuadro de distribución de baja tensión del que parten las líneas que abastecen los servicios auxiliares.

En el documento de planos adjunto al presente proyecto se puede contemplar la pequeña aparamenta incluida en dicho cuadro.

3.3.42 Transformador de Aislamiento (SSAA)

Para alimentar los servicios auxiliares SSAA en cada isla (sistema de comunicaciones, alumbrado, sistema de videovigilancia, etc...) se instalan sendos trafos 6,3 kVA 800/400 V (2 ud) conectados a los cuadros de BT de evacuación de energía de los inversores. Por motivos de espacio, los servicios auxiliares en la isla 1, se concentrarán en caseta independiente, bajo envolvente autoportante de hormigón armado, con puerta de paso de hombre. En la isla 2, como el centro de transformación solo alberga un transformador, se opta por colocar una caseta de centro de transformación algo más grande, de las del tipo seccionamiento que usan las compañías eléctricas, cara a albergar los SSAA en zona separada, pero bajo la misma ubicación, y con puerta de acceso independiente de la del centro de transformación

A continuación, se detallan las principales características del transformador proyectado:

Tabla 32. Transformador Servicios Auxiliares. Características principales

Transformador SSAA (6,3 kVA)	
Potencia	6,3 kVA
Tensión de entrada	800 V
Tensión de salida	400 V
Frecuencia	50 Hz
Grupo de conexión	Yyn0
Envolvente	Metálica
Grado de protección	IP-23
Refrigeración	AN
Clase Térmica	F (155°C)
Protección choque eléctrico	Clase I
Tensión de ensayo	3 kV

3.3.43 Controlador permanente de aislamiento (CPA)

Se instalará un controlador permanente de aislamiento en los transformadores de potencia conectados a sistemas IT (campos fotovoltaicos). Este no será necesario en el transformador de aislamiento (servicios auxiliares), ya que tendrá un sistema de distribución TT.

Es un dispositivo digital de supervisión de aislamiento (IMD) para sistemas de alimentación de baja tensión sin conexión a tierra. El dispositivo supervisa el aislamiento de un sistema de alimentación y notifica los fallos de aislamiento nada más producirse.

El IMD aplica tensión de CA de baja frecuencia entre el sistema de alimentación y la tierra para proporcionar una supervisión de aislamientos precisa en aplicaciones complejas. Posteriormente, el aislamiento se evalúa sobre la base del valor de intensidad devuelto. Dicho método se utiliza para todos los tipos de sistema de alimentación: de CA, de CC, combinados, rectificadores, con variador de velocidad ajustable, etc.

Posee las siguientes características:

- Visualización de resistencia de aislamiento (R).
- Detección de fallos de aislamiento a partir de un umbral configurado.
- Visualización de la capacitancia de fuga (C) con la impedancia asociada (Zc).
- Comunicación a través del protocolo Modbus RS-485.
- Inhibición de la inyección por entrada lógica.
- Registro de fallos de aislamiento.

El equipo cuenta con una salida relé, la cual será monitorizada de forma remota, para conocer en todo momento el estado del dispositivo.

Tabla 33. Controlador Permanente de Aislamiento

CPA	
Sistema de conexión a tierra	IT
Tensión de red	0...800 V – CA. Tipo de cable: dispositivo conectado a neutro
Rango de medida	0.1 kΩ...1 MΩ
Rango de alarma	5 a 45 kΩ
Tiempo de respuesta	Resistencia de aislamiento
Tiempo de respuesta	≤ 5 s
Clase Térmica	F (155°C)
Protección choque eléctrico	Clase I
Tensión de ensayo	3 kV

3.3.44 Paneles fotovoltaicos

En el sector VIII.1, el parque solar fotovoltaico estará formado por un total de 1 campo solar con una potencia de 1716 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.

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, IEC61701.

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 34. Características paneles Sector VIII.1

Potencia pico (Wp)	650
Eficiencia	20,92 %
Vmp (V)	37,70
Imp (A)	17,25
Voc (V)	45,20
Coef Voc (%/°C)	-0,29
Coef Pmax (%/°C)	-0,34
Superficie (m ²)	3,10
Dimensiones (mm)	2384x1303x35
Máximo voltaje (Vdc)	1500
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.

En el sector IX-X, se diseña un campo fotovoltaico flotante de 1991 kWp compuesto por 3620 módulos fotovoltaicos de 550 Wp, agrupados en lazos de 25-26 módulos e instalados sobre estructura flotante y con 5° de inclinación. Se conectará a la estación de bombeo mediante línea de media tensión a 6000 V que alimentará, una vez reducida la tensión a 500 V, a los elementos consumidores, sin plantear vertido de excedentes (autoconsumo sin excedentes).

El parque solar fotovoltaico estará formado por un total de 2 campos solares (islas) con una potencia de 1991 kWp. La Isla 1 tendrá 2172 paneles y la Isla 2 con 1448 paneles, haciendo un total de 3620. Para la realización de este proyecto se utilizarán módulos de alto rendimiento y que presentan las siguientes características:

Tabla 35. Características paneles Sector IX-X

Potencia pico (Wp)	550
Eficiencia	21,33 %
Vmp (V)	40,90
Imp (A)	13,45
Voc (V)	49,62
Coef Voc (%/°C)	-0,28
Coef Pmax (%/°C)	-0,35
Superficie (m ²)	2,58
Dimensiones (mm)	2274x1134x35
Máximo voltaje (Vdc)	1500
Nº de celdas	144 (6x24)

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.

3.3.45 Conductores CC

Se utilizará cable solar de cobre flexible, con aislamiento y cubierta exterior de elastómeros termoestables libres de halógenos para la parte de continua (CC). Los cables serán de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV (1,8 kV_{DC}) y su designación completa es la siguiente:

H1Z2Z2-K 1,8 kV_{DC} 2x6 mm²

H1Z2Z2-K 1,8 kV_{DC} 2x10 mm²

El dimensionado dependerá de la energía a transportar y de la distancia a recorrer por la corriente eléctrica. Para el cálculo de la sección mínima de conductores emplearemos el criterio de la caída de tensión máxima admisible.

La ecuación siguiente permite calcular la sección (S_{dc}) mínima requerida para no superar la caída de tensión $\Delta V = 1,5\%$, definida en la ITC BT 40 de Instalaciones generadoras de baja tensión, aunque esta caída es la exigida por la normativa para minimizar las pérdidas, debemos considerar que es una instalación de fuerza para alimentación de motores (bombas), por lo que podría ser superior.

3.3.46 Inversores

En el sector VIII.1 se dimensionan 10 inversores trifásicos para la potencia total del campo fotovoltaico. El inversor tendrá las siguientes características: Inversor fotovoltaico 185 kW de potencia, tipo sinusoidal (rendimiento europeo ponderado 98,69%, según UNE-EN 61683, Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento) sin transformador, IP66, amplio rango de tensión de entrada, 18 entradas, 9 seguidores MPP y posibilidad de usarlo sin restricciones tanto interior como exterior, refrigeración por convección natural, rango temperatura funcionamiento -25 a +60°C. Comunicación ModBUS con puertos USB y RS485.

En el sector IX-X los inversores tendrán las mismas características de los descritos para el sector VIII.1. Serán 10 unidades de una potencia de 185 kW.

Características:

- Rango tensión MPPT: 500-1500 V
- I_{max} entrada: 26 A /entrada mpp
- I_{sc} max : 40 A / entrada mpp
- Seguidores MPP: 9
- Entradas CC: 18
- P salida: 185.000 W / 185.000 VA (800V ca)
- I_{max} salida: 134,9 A
- cos phi: 0,8-0,8 ind./cap.
- Tipo/clase protección: IP66
- Categ sobret (cc/ca): 1+2 / 3
- Conex CC: Conector rápido tipo MC4 EVO2 (1500V)
- Conex CA: Terminal de PG resistente al agua + Conector OT/DT

El inversor contará con los certificados EN 62109 -1/ -2, IEC 62109 -1/ -2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683.

El 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.

3.3.47 **Fibra óptica.**

Para comunicación entre autómatas y 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 antiroedor.
- 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 y filtrado existente, mediante cable fibra óptica monomodo incluyendo conexiones y conectores.

3.3.48 **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.

3.3.49 **Discordancia entre promotor y contrata con respecto a la calidad de los 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.
- Instalaciones para la fabricación o recepción 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 DIFICULTADES 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.

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 zanjas, 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 excavarse 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

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 36. 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.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o en caso de duda, deberá comprobarse que la cantidad de sustancias perjudiciales no excede de los límites siguientes:

Tabla 37. Límites de sustancias perjudiciales

Material	Cantidad máxima en % del peso total de la muestra
Terrones de arcilla, determinados con arreglo a la Norma UNE 146403:2018	1,00
Finos que pasan por el tamiz 0,80 arreglo a la Norma UNE-EN 933-10:2010	5,00
Material retenido por el tamiz 0,32 UNE y que flota en un líquido de peso específico 2,0, determinado con arreglo a la norma UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	0,50
Compuestos de azufre expresados en SO ₄ = y referidos al árido seco, determinados con arreglo a la Norma UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013	1,20

En el caso de arena de machaqueo, y previa autorización del Director, el límite de cinco por ciento (5%) para los finos que pasan por el tamiz 0,080 UNE podrá elevarse el siete por ciento (7%).

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como arena, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos ni compuestos ferrosos.

No se utilizarán arenas que presenten una proporción de materia orgánica tal que, ensayados con arreglo a 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.

Los materiales granulares empleados en la formación de las camas no contendrán más de 0,3% de sulfato, expresado en trióxido de azufre.

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 31.5 EHE-08).
- TM: tamaño máximo del árido en mm (Artículo 28.3 EHE-08).
- A: designación del ambiente (Artículo 8.2.1 EHE-08)

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 26º de la EHE-08 para el hormigón en masa, armado o pretensado.

Los tipos de cemento utilizables para hormigones de uso no estructural serán conformes a lo definido en el Artículo 2º del Anejo 18 de la EHE-08.

Los tipos de hormigón que se emplearán en las obras son los siguientes:

Tabla 38. Tipos de hormigón

Tipo de hormigón	Tipo de cemento	Mínima resistencia característica según Normas UNE-EN 12350 y 12390
HM-20	CEM II/A-V, B-V	20 N/mm ²
HA-25	CEM II/A-V, B-V	25 N/mm ²

En cada parte de la obra se utilizarán los tipos de hormigón indicados en el Proyecto o que dicke 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:

- La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón será la establecida en el Artículo 37.3.2º y en la tabla 37.3.2.a de la EHE-08.
 - 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.
 - No se utilizará una relación agua/cemento mayor que la máxima establecida en el Artículo 37.3.2 y en la tabla 37.3.2.a de la EHE-08.

En lo que respecta a la ejecución de la dosificación del hormigón, será de obligado cumplimiento todo lo prescrito en el Artículo 71.3.2 de la EHE-08.

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 86.3.2 de la EHE-08.

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: 2 %
- Peso de cualquier clase granulométrica de áridos: 2 %

- Peso del agua: 1 %

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 31º y 37 de la EHE-08.

En lo relativo al control de la conformidad del hormigón será de aplicación todo lo recogido en el Artículo 86º de la EHE-08.

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 71.3.2.2 EHE-08).

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 20 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 71.3.2.3 EHE-08).

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 71.3.2.4 EHE-08)

Cuando se utilicen, las adiciones se dosificarán en peso, empleando básculas y escalas distintas de las utilizadas para los áridos. La tolerancia en peso de adiciones será del $\pm 3\%$. (Artículo 71.3.2.5 EHE-08).

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. (Artículo 71.3.2.6 EHE-08).

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 verse 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 39.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 las instrucciones EHE-08 los ensayos de control de los hormigones se realizarán a los siguientes niveles:

Tabla 40.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
- El tipo de ambiente al que va a estar expuesto el hormigón
- La resistencia característica a compresión.
- El contenido de cemento (kg/m^3)
- 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 71.3.4 de la EHE-08.

4.14 TRANSPORTE Y SUMINISTRO DEL HORMIGÓN

Todo lo referente a transporte y suministro del hormigón se efectuará conforme al Artículo 71.4 de la EHE-08.

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. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior.

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 2/3 del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido.

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 fabricación del hormigón.
- Identificación del peticionario.
- Fecha y hora de elaboración en planta, siendo no válidos los datos manuscritos.
- Fecha y hora de entrega.
- Cantidad de hormigón suministrado.
- Designación del hormigón T-R/C/TM/A. Siendo: T= HM, HA o HP, R= resistencia en N/mm², C= letra inicial del tipo de consistencia, TM= tamaño máximo del árido en mm, A= tipo de ambiente.
- Tipo y contenido de cemento.
- Relación agua/cemento.
- Tipo y cantidad de aditivos.
- Contenido de adiciones, en su caso.
- Identificación del cemento, adiciones y aditivos empleados.
- Identificación del lugar de suministro.
- Identificación del camión que transporta el hormigón.
- Hora límite de uso del hormigón

El suministrador de hormigón aportará al final del suministro un certificado final de suministro, en el que se recogerán la totalidad de los materiales suministrados conforme el modelo del anejo nº 21 de la EHE-08.

4.15 PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN

La puesta en obra del hormigón se realizará siguiendo las prescripciones del Artículo 71.5 de la EHE-08.

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 71.5.3.

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 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.

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 deseque.

Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección Facultativa se adopten medidas especiales.

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 41. Condiciones especiales

Temperatura atmosférica (°C)	Velocidad del viento (km/h)	Humedad relativa (%)
40	10	≤35
	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 71.6º de la EHE-08. 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 27º.

Los métodos que impiden la desecación del hormigón no contendrán propiedades nocivas para el hormigón.

Para la estimación de la duración del tiempo de curado se emplearán las tablas e indicaciones del Artículo 71.6 de la EHE-08.

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:

1. En superficie vistas y medidas sobre una longitud de 3 metros: 12,5 milímetros
2. 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:

1. Para espesores menores de veinte centímetros: 5 milímetros.
2. Para espesores entre veinte y cuarenta centímetros: 10 milímetros.
3. 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

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 86º de la EHE-08.

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 21 de la EHE-08.

Las comprobaciones de las especificaciones para el hormigón endurecido se llevarán a cabo mediante ensayos realizados a la edad de 28 días.

Cualquier característica medible de una amasada, vendrá expresada por el valor medio de un número de determinaciones igual o superior a dos.

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 86.5.2 de la EHE-08.

La realización de los ensayos será conforme al Artículo 86.5.2.1 de la EHE-08.

Se considerará conforme cuando los valores obtenidos de los ensayos se encuentren en estos límites:

Tolerancias para la consistencia del hormigón		
Consistencia definida por su tipo		
Tipo de consistencia	Tolerancia en cm	Intervalo resultante
Seca	0	0-2
Plástica	±1	2-6
Blanda	±1	5-10
Fluida	±2	8-17
Líquida	±2	14-22
Consistencia definida por su asiento		
Asiento en cm	Tolerancia en cm	Intervalo resultante
Entre 0 - 2	±1	A ± 1
Entre 3 - 7	±2	A ± 2
Entre 8 - 12	±3	A ± 3
Entre 13 - 18	±3	A ± 3

Ilustración 13. Tolerancia para la consistencia del hormigón

El criterio de aceptación será que la media aritmética de los dos valores esté comprendido dentro del intervalo resultante.

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 86.3.2 de la EHE-08.

Los criterios de aceptación para la resistencia del hormigón serán los recogidos en el Artículo 86.5.3º de la EHE-08, y el control estadístico de la resistencia del hormigón durante el suministro será acorde al Artículo 86.5.4 de la EHE-08.

El tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia para hormigones sin distintivo de calidad oficialmente reconocido será:

Limite superior	TIPO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión (pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.)	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a flexión (vigas, forjados de hormigón, tableros de puente, marcos de contención, etc.)	Macizos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)
Volumen de hormigón	100 m ³	100 m ³	100 m ³
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m ²	1.000 m ²	—
Número de plantas	2	2	—

Ilustración 14. Tipo de elementos estructurales

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 86.5.4.2.

Los criterios de aceptación o rechazo de la resistencia del hormigón quedan definidos en el Artículo 86.5.4.3 de la EHE-08.

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 aprobase 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 siguiente proceso:

- Chorreado de superficies hasta conseguir una rugosidad SA 2 ½ 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).
- Calentamiento de las piezas en el horno a 200°C de Temperatura.
- Recubrimiento de POLVO EPOXI de 200 micras.
- Polimerizado Instantáneo del Epoxy.

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 raspado 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 raspadas 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.

Salvo indicación contraria, la pintura se aplicará exclusivamente con brocha o pincel.

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 por el procedimiento de Sendzimir y del peso del recubrimiento de zinc se podrá exigir un valor medio superior a 610,3 g/m², acabado normal en estrella.

4.22 ENCOFRADOS Y MOLDES

En todo lo referente a la ejecución de encofrados y moldes, se seguirán las prescripciones recogidas en el Artículo 68.3º de la EHE-08.

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 73º y 74º de la EHE-08.

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 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 74º de la EHE-08 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 69º de la EHE-08.

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 69.2.2º de la EHE-08.

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 69.3.4 de la EHE-08. El control de calidad se realizará a nivel normal.

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 69.4º de la EHE-08.

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 69.5º de la EHE-08.

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 l_b . La determinación de esta longitud queda explicada en el Artículo 69.5.2º de la EHE-08.

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 75º de la EHE-08.

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 tapparlas antes de este requisito.

Las superficies vistas de las piezas o estructuras, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán cocheras 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 fratas 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, 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. En este documento se debe indicar cómo se van a ejecutar las soldaduras de la estructura. Se definirán los siguientes puntos:

proceso de soldeo, incluyendo consumibles y precalentamiento y temperatura entre pasadas si es el caso

- Medidas para evitar distorsiones y alabeos.
- Secuencias de soldaduras.
- Medidas para evitar el desgarro laminar.
- Puntos de inspección ligados al Plan de Ensayos.
- 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 42. 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:

- b) Resistencia: se designan por la letra M seguida de la resistencia a compresión en N/mm^2 .
- c) 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 f_m 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 arriostamiento 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 43. 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 TUBERÍAS

4.31.1 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:

4.31.1.1 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.

4.31.1.2 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):

- a) Golpe de ariete calculado en detalle:

$$\text{STP} = \text{MDP} + 0,1$$

- b) Golpe de ariete estimado: El menor valor de:

$$\text{STP} = \text{MDP} + 0,5$$

$$\text{STP} = 1,5 \text{ MDP}$$

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.

4.31.1.2.1 *Etapa preliminar*

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida 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:

- c) Movimientos de recolocación en uniones, piezas especiales, anclajes, válvulas y demás elementos.
- d) Expulsión del aire de los huecos y alojamientos en las uniones y en general en toda la tubería.
- e) 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 de 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 x 10³ N/mm²

Tabla 44. Valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (E)

Fundición: 1,70 x 10 ⁵ N/mm ²
Acero: 2,10 x 10 ⁵ N/mm ²
Hormigón: 2,00 x 10 ⁴ N/mm ² - 4,00 x 10 ⁴ 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.

4.31.1.2.2 *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

4.32 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 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 función del tamaño de la tubería.

En las tuberías de PVC, las piezas especiales pueden ser del propio material o de calderería, en función del tamaño de la tubería.

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.

4.33 MONITORIZACIÓN

La instalación de monitorización la realizará la empresa suministradora de acuerdo con la constructora. A tal fin se prepararán los huecos donde deban ir los 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.

4.34 INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

4.34.1 Módulos fotovoltaicos

Cada generador fotovoltaico debe estar formado por módulos del mismo fabricante, tipo y modelo.

Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico, sin incluir la estructura soporte. Totalmente montado, conexionado y probado.

Los módulos deben ser resistentes al PID (Potential Induced Degradation)

El contratista aleatoriamente tiene que seleccionar 1 módulos fotovoltaicos por cada 400 módulos fotovoltaicos y encargar un laboratorio homologado con la verificación del cumplimiento de las especificaciones del fabricante.

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.

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 DC 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.

La instalación 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.

Se adoptarán las siguientes 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.

4.34.2 Estructuras de soporte

Las estructuras de soporte deben ser rígidas y resistentes a las cargas y rachas de viento de acuerdo con EN 1991. Y deben estar protegidas contra la corrosión en ambientes iguales o superiores a C4 según la norma ISO 9223.

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.

4.35 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

La instalación eléctrica se ajustará al Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) 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.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

4.36 MONTAJE ELECTROMECAÁNICO. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

El edificio destinado a alojar en su interior las instalaciones será una construcción prefabricada de hormigón.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

La base del edificio será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio.

Todos los elementos metálicos del edificio que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU. -6618-A.

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales.

El 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.

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. Para el caso de los conductores del puente de baja se dispondrán preferentemente teniendo en cuenta las disposiciones óptimas según se indica en los Estudios de Campos del presente proyecto.

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.

4.37 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 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 de residuos, de conformidad con la Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos (en adelante, Directiva (UE) 2018/851), con las modificaciones que aquella introduce sobre esta última.

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 en la 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.

4.38 MEDIDAS AMBIENTALES DE INTEGRACIÓN EN EL PRTR

Las medidas ambientales que se han implementado en el proyecto para conseguir su integración y sostenibilidad ambiental, se recogen en el *Anejo 18 Documento ambiental*. De esas medidas, se describen a continuación las que se corresponden con la aplicación de las directrices elaboradas por el CSIC en el ámbito del PRTR.

4.38.1 Divulgación y formación en Buenas Prácticas Agrícolas

Como medida transversal a todas las demás que se diseñan en este documento ambiental, se desarrolla una medida de divulgación y formación en el Código de Buenas Prácticas Agrarias (CBPA), con el objetivo de transmitir una conciencia ecológica a los agricultores a través de la formación y la exposición de acciones demostrativas eficaces, para ayudar a alcanzar la sostenibilidad e integración ambiental de los regadíos.

En este sentido, se incorporan acciones concretas de divulgación y formación en buenas prácticas agrarias, dirigidas a los miembros de la Comunidad de usuarios del agua beneficiaria de la obra, que se desarrollarán antes de hacerse entrega de la misma. Se trata de una medida preventiva en la FASE DE CONSTRUCCIÓN del proyecto. Esta medida se ha desarrollado de acuerdo con lo establecido en las directrices elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

En el programa de divulgación y formación en buenas prácticas agrarias (BPA) se han incluido dos cursos que son los siguientes:

➤ **Curso general: *Optimización de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA***

Los objetivos generales son introducir el contexto administrativo y de políticas que han dado lugar al Plan y los principios que soportan la orientación de las directrices.

Este curso presenta unos contenidos comunes que se consideran esenciales para aplicar BPA en zonas agrícolas de regadío y para conseguir los objetivos globales marcados por las directrices.

Se expondrá una introducción sobre el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) y la aplicación del principio *Do Not Significant Harm* o DNSH por sus siglas en inglés, en el marco de dicho Plan y así como una visión general de las directrices 1, 2, 3 y 4 desarrolladas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC) en el ámbito del PRTR citado, en las que se abordan los cursos específicos para cada directriz, extrayendo de ellos los aspectos más relevantes y equilibrando los diferentes aspectos a tratar.

Serán impartidos aspectos formativos que son básicos, necesarios y relevantes a la hora de aplicar el CBPA en zonas agrícolas de regadío:

- i)* Conservación y calidad de los suelos en zonas agrícolas de regadío.
- ii)* Balance de agua en los suelos.
- iii)* Agricultura de precisión y uso sostenible de plaguicidas.
- iv)* Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados.
- v)* Eficiencia del uso de la energía en redes de riego presurizadas.
- vi)* Principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas.

➤ **Curso específico**

Se impartirá además un curso de formación específico en relación con las directrices 3 y 4 elaboradas por el CSIC titulado “**Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ambiental de los paisajes agrarios de regadíos**” en el que se aplican los conocimientos adquiridos en el curso de contenidos comunes también desarrollado a través de las directrices del CSIC en el ámbito del PRTR, en el que se tratará los principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas y las

estructuras vegetales de conservación y mejora de la habitabilidad para la fauna acompañante al paisaje agrario. Contenidos:

- i)* Introducción: Recapitulación del módulo 7 del curso general de contenidos comunes, metodología y técnicas para la diversificación del paisaje rural.
- ii)* Normativa vigente.
- iii)* Infraestructura verde. Soluciones basadas en la naturaleza. Renaturalización.
- iv)* Implementación de barreras vegetales: localización, diseño, ejecución y mantenimiento.
- v)* Implementación de acciones para la conservación de fauna en los paisajes de regadío.
- vi)* Casos prácticos a realizar

4.38.2 Estructuras vegetales en alineación

Con la intención de naturalizar las zonas de actuación e integrar ecológicamente las instalaciones fotovoltaicas en su entorno, se pretende implantar una estructura vegetal lineal en los perímetros vallados, buscando también mejorar el control de la escorrentía y la conectividad hidrológica, a la vez que se aumenta la biodiversidad con especies que atraigan polinizadores y enemigos naturales. Habrá dos zonas de actuación:

- Sector VIII.1.- Toda la planta fotovoltaica estará vallada. Paralelo a este vallado se plantará una pantalla vegetal de naturalización.
- Sector IX-X.- La balsa ya está rodeada de vegetación natural por ser un pequeño embalse naturalizado. En los dos recintos vallados donde se instalen los centros de transformación se plantará una pantalla vegetal de naturalización.

En ninguno de los dos casos, se crean taludes por movimiento de tierras.

Las estructuras vegetales en alineación serán las siguientes:

- Arbustos perennes en alineación (con 1 o varias líneas de plantación): Consistirá en la creación de una o varias líneas de plantación establecidas mediante la implementación de alineaciones de arbustos sin herbáceas anuales, de tal forma que su presencia futura de estas estructuras de vegetación no dificulte la gestión de la actividad agrícola. Las especies a implantar serán:

- Arbustos:

Adelfa (*Nerium oleander*)

Brezo (*Erica multiflora*)

- Matas:

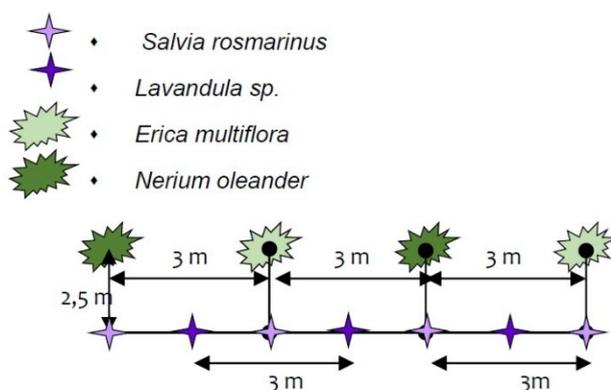
Romero (*Salvia rosmarinus*)

Lavanda (*Lavandula dentata*)

Plantación

Los arbustos se dispondrán en línea con una distancia de 3 m entre plantas, mientras que las matas se dispondrán en línea paralela con una distancia de 1,5 m.

La actuación incluirá la apertura de hoyos de 30 x 30 x 30 cm, replanteo, distribución de la planta, abonado, tapado, aporcado, formación de alcorque y primer riego (30 l), según el siguiente esquema:



La franja a plantar tendrá una longitud total de 963 metros en los emplazamientos antes descritos, por lo que el número de plantas necesarias para su formación son las siguientes:

Tabla 45. Número de plantas necesarias en alineación

Ubicación	Especie	Longitud	Densidad	Nº de plantas
Sector VIII.1	Adelfa	728	6 m/planta	122

	Brezo	728	6 m/planta	122
	Romero	728	3 m/planta	243
	Lavanda	728	3 m/planta	243
Sector IX-X (Trafo isla 1)	Adelfa	158	6 m/planta	27
	Brezo	158	6 m/planta	27
	Romero	158	3 m/planta	53
	Lavanda	158	3 m/planta	53
Sector IX-X (Trafo isla 2)	Adelfa	77	6 m/planta	13
	Brezo	77	6 m/planta	13
	Romero	77	3 m/planta	26
	Lavanda	77	3 m/planta	26

Suma número de plantas por especie	Adelfa	-	-	162
	Brezo	-	-	162
	Romero	-	-	322
	Lavanda	-	-	322

Además, se asegurará el mantenimiento con riego y la reposición de marras durante los 3 primeros años tras la ejecución de las obras, tal y como se describe en el Plan de Vigilancia Ambiental.

4.38.3 Incremento de disponibilidad de espacios para nidificación de aves

Se instalarán cajas nido para aves y refugios para murciélagos en las edificaciones existentes en las dos estaciones de bombeo (sector VIII.1 y sector IX-X). Con esta actuación se quiere

incrementar las poblaciones de animales beneficiosos, fundamentalmente por su labor de control de plagas de insectos. Este servicio ecosistémico contribuye a aumentar las producciones y su calidad, reduciendo la necesidad de pesticidas.

Los nidos se instalarán en las paredes de los edificios existentes para las instalaciones de riego, siendo específicos para las siguientes especies de la zona:

- Vencejo común (*Apus apus*)
- Golondrina común (*Hirundo rustica*)
- Avión Común (*Delinchon urbicum*)
- Murciélago (varias especies)



Imagen 1. Caja nido para vencejos



Imagen 2. Caja nido para murciélagos

Caja nido tipo vencejo. Características y colocación

Se instalarán 8 unidades (4 ud. en la estación de bombeo del sector VIII.1 y 4 ud. en la estación de bombeo del sector IX-X), construidas con madera sostenible. Tiene frontal abatible para su inspección y limpieza. Las maderas se unen con tirafondos para que tengan mayor consistencia y durabilidad. Están dispuestas de colgadores de acero inoxidable para su colocación en la pared.

Se colocarán a una altura superior a los 10 m, siempre en orientación Norte, huyendo de la radiación solar directa. Si es posible, las cajas deben instalarse preferiblemente bajo vigas, cornisas o tejados, de modo que no se mojen si llueve, lo que alargará mucho su vida útil. Es preferible instalarlas en pequeños grupos antes que solitarias debido a las costumbres coloniales de los vencejos.

Caja nido tipo murciélago. Características y colocación

Se instalarán 4 unidades (2 ud. en la estación de bombeo del sector VIII.1 y 2 ud. en la estación de bombeo del sector IX-X), construidas con madera sostenible. Tiene frontal abatible para su inspección y limpieza. Las maderas se unen con tirafondos para que tengan mayor consistencia y durabilidad. Están dispuestas de colgadores de acero inoxidable para su colocación en la pared.

Se recomienda colocar en la pared del depósito elevado y estación de bombeo. Colocar de 3 a 5 m de altura, orientada hacia el norte, evitando que durante el día les dé el sol.

Con el fin de analizar los mejores emplazamientos para la ubicación de las cajas nido, se realizará un estudio previo en la zona (se describe en el Plan de Vigilancia Ambiental).

4.38.4 Charca para anfibios

Se creará una charca -bebedero para fauna silvestre en la parcela donde se ubica el campo fotovoltaico del Sector VIII.1, quedando emplazada en el espacio que queda disponible.

A través de la creación de este cuerpo de agua se busca incrementar la biodiversidad del paisaje agrario, poniendo a disposición de la fauna un lugar integrado dentro del entorno del proyecto. Al mismo tiempo, la ubicación elegida permitirá establecer una conexión ecológica con las plantaciones proyectadas a través de otras medidas contempladas en el apartado de medidas para mejora de la flora y vegetación.

La charca-bebedero tendrá las siguientes características:

- El diseño será de planta circular o lo más parecido, adaptándose lo máximo al terreno disponible, de diámetro aproximado de 6 a 8 m, y con una superficie aproximada de 20-30 m².
- El vaso de será de hormigón naturalizado en fresco con piedras del lugar (caso de que existan).
- Para prevenir accidentes por ahogamientos, se debe limitar la profundidad de las mismas a no más de 20 cm.
- El llenado se realizará mediante agua de lluvia, escorrentía natural, y en caso necesario mediante aportación con cuba desde el hidrante que dispone la parcela, propiedad de la comunidad de regantes del Canal del Zújar.
- Se tomarán medidas para su naturalización e integración ambiental.

La ejecución se llevará a cabo de la siguiente manera:

1. Replanteo y localización de la charca.
2. Adecuación del terreno. En función de la topografía incluirá: excavación del vaso y de la zanja perimetral para anclar las láminas impermeabilizantes.
3. Retirada de la parcela de los restos vegetales, piedras, o materiales de charcas antiguas, en su caso.
4. El vaso de será de hormigón naturalizado en fresco con piedras del lugar (caso de que existan).
5. Instalación de geotextil no tejido de filamentos de polipropileno, unidos mecánicamente por agujado, estabilizados frente a los rayos UV, gramajes de 286 a 325 g/m², resistencia a la tracción de 25 KN/m, con función de protección de la lámina impermeabilizante frente al posible punzonamiento ocasionado por la presencia de piedras cortantes en el terreno excavado.
6. Instalación de capa impermeabilizante (geomembrana) de caucho de etileno propileno (EPDM) de al menos 1 mm de espesor, incluyendo su anclaje en los laterales.
7. Aporte de una capa tierra vegetal de al menos 5 cm de espesor.
8. Colocación de escollera perimetral protectora, y para refugio
9. Se debe colocar piedras que sobresalgan de la lámina de agua en el interior de la charca para reducir la profundidad de esta en determinadas zonas, favoreciendo la entrada y salida del bebedero de las aves.
10. La charca será revegetada con una banda de 1 a 2 m de anchura para propiciar su naturalización e integración en el medio. Para ello de utilizarán las mismas especies propuestas para el seto perimetral.

4.39 ACTUACIONES ARQUEOLÓGICAS

Las actuaciones arqueológicas tienen una serie de pautas que comienzan mandando a Patrimonio un proyecto de obra. Este 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:**
 - Tas la finalización de las obras se redactará una Memoria Final en la cual se detallarán todas las actuaciones arqueológicas realizadas.
 - Memoria Básica Final: cuando se producen 1 o 2 actuaciones (prospección, sondeos, raspado, seguimiento excavación).
 - Memoria Compleja Final: cuando se producen más de 2 actuaciones (prospección, sondeos, raspado, seguimiento excavación).

- Los documentos que se presenten en Patrimonio deben contar, por lo menos, de los siguientes apartados.
- **Proyecto Arqueológico:**
 - Antecedentes históricos de la zona.
 - Yacimientos arqueológicos (Carta Arqueológica), elementos etnográficos y vías pecuarias de la zona.
 - Bibliografía.
 - Estudio geológico de la zona.
 - Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.
 - Descripción de la actuación arqueológica.
 - Planimetría.
 - Plano de proyecto.
 - Plano actuación arqueológica/resultados.
 - Plano de la actuación arqueológica/resultados y de proyecto.
 - Equipo propuesto.
 - Documentación administrativa.
- **Informe Arqueológico:**
 - Antecedentes históricos de la zona.
 - Bibliografía.
 - Estudio geológico de la zona.
 - Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.
 - Descripción de la actuación arqueológica.
 - Conclusiones.
 - Documentación fotográfica.
 - Planimetría.
 - Plano de proyecto.
 - Plano actuación arqueológica/resultados.
 - Plano de la actuación arqueológica/resultados y de proyecto.
 - Documentación administrativa (Adjudicación / Actuación / Resolución).
- **Memoria Final:**
 - Antecedentes históricos de la zona.
 - Yacimientos arqueológicos (Carta Arqueológica), elementos etnográficos y vías pecuarias de la zona.
 - Bibliografía.
 - Estudio geológico de la zona.
 - Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.
 - Descripción de todas las actuaciones arqueológicas.

- Conclusiones.
- Documentación fotográfica.
- Planimetría.
 - Plano de proyecto.
 - Planos de las actuaciones arqueológicas/resultados.
 - Plano de la actuación arqueológica y de proyecto.
 - Documentación administrativa (Adjudicación / Actuación / Resolución).

4.40 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.

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 contrata y baja de licitación en su caso. 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. Igualmente, se encuentran incluidos aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, y la parte proporcional de ensayos, siempre y cuando ésta no supere el 1% del presupuesto de ejecución por contrata de la obra.

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 caso de discrepancia se recurrirá al arbitraje previsto en las cláusulas generales del contrato. 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, aún en el caso de desacuerdo sobre el importe del precio contradictorio de esta unidad, sometiéndose en tal supuesto, y, en todo caso, una vez ejecutadas tales unidades de obra, al sistema de fijación de precios contradictorios y, en último extremo, al arbitraje previsto en el contrato. En todo caso, los precios contradictorios se referirán a la fecha de licitación.

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 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.

5.6 RELLENOS

Este Artículo se refiere a la aplicación de los precios que hacen referencia al relleno localizado y a los gaviones, del Cuadro de Precios.

Todos los precios serán aplicables al relleno con material filtrante de zanjas, pozos y cualquier obra que no necesitare.

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 terraplenes y los de dichos terraplenes o 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 terraplenes de acuerdo con las especificaciones del capítulo anterior. Las operaciones de proceso y humectación de los materiales estarán también incluidas en los precios correspondientes, incluso cuando estas operaciones se realicen fuera del lugar de colocación de los terraplenes. 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.

5.7 REFINOS

Este Artículo se refiere a la aplicación de los precios que hacen alusión a los refinados, del Cuadro de Precios.

El abono se hará mediante la aplicación del correspondiente precio a los metros cuadrados de superficie refinada medidos a partir de las dimensiones teóricas de la sección. Dicho precio incluye todas las operaciones necesarias hasta su completa terminación, incluyendo la retirada de los productos procedentes del refino.

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 dobladora 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 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.

5.15 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.

5.16 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.

5.17 ACCESORIOS DE TUBERÍAS

Todos los accesorios (codos, té, manguitos, empalmes, ventosas, etc.) se medirán por unidades realmente instaladas 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 bicromatada.

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.

5.18 AGLOMERADOS

Se medirán por t o cm/m² 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.

5.19 RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL FILTRANTE

Se medirán por metro cúbico (m³) 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.

5.20 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.

5.21 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.

5.22 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.

5.23 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.

5.24 ELECTRICIDAD

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.

5.25 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.

5.26 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.

5.27 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.

5.28 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, de acuerdo con las condiciones del contrato y sin perjuicio de lo que el pliego de cláusulas administrativas particulares pueda establecer respecto de su abono fraccionado en casos justificados.

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.

5.29 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.

5.30 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.

5.31 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.

5.32 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 Adjudicatario, se utilizarán como precios unitarios, los recogidos en el Anexo correspondiente de la Memoria o del Pliego de Cláusulas Económico-Administrativas.

Sobre estos precios, no se aplicarán más coeficientes que los recogidos en dicho Anexo, no admitiéndose ningún tipo de sobreprecio o coeficiente de administración.

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.

5.33 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.

5.34 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:

- 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 Ejecución Material, se aplicarán los coeficientes de Gastos Generales, Beneficio Industrial, y baja del concurso, y sobre todo ello, el I.V.A.
- 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. Los gastos de las pruebas y ensayos que no resulten satisfactorios a la Dirección Facultativa serán de cuenta del Adjudicatario, aunque sobrepasen el valor del 1% considerado.

El Adjudicatario no podrá presentar ante la Propiedad reclamación alguna, en función de la modalidad 1) ó 2) adoptada para la contratación del Control de Calidad.

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.

5.35 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.

5.36 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 ulteriores 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 la licitación y contratación de 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 Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que sirva de base para la licitación de las obras; 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.

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 a la Dirección General de Patrimonio de las mismas 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, Dirección General de Patrimonio 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 a la hora de la licitación o bien que el Pliego de Condiciones Particulares y Económicas disponga algo sobre el particular, será de aplicación el párrafo siguiente:

En el plazo de treinta (30) días, a partir de la fecha de notificación al Contratista de la adjudicación definitiva de las obras, 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.

La falta de cumplimiento de dicho programa y de sus plazos parciales en el mismo momento que se produzca, o la petición del Contratista de rescisión en caso de ser aceptada por la Administración al amparo del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, dará lugar a la inmediata propuesta de rescisión y al encargo de ejecución de las obras a otro Contratista, previo el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicho Reglamento General.

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 NUEVE (9) meses, salvo indicación en contra, en el Pliego de Condiciones Particulares y Económicas del Concurso. 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

subsanan 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 aquélla.

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, como se indica en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

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 financiada por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, se dará cumplimiento a las normas establecidas en materia de información, comunicación y publicidad establecidas en el artículo 34 del Reglamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2021 por el que se establece el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia. Para ello, se colocará en lugar bien visible para el público, la siguiente señalización:

- Durante la fase de construcción: un cartel provisional (se han proyectado 2 por estar las actuaciones concentradas en dos puntos).
- Durante la fase de explotación: una placa permanente en las instalaciones más representativas de la obra. Se han proyectado 3: Una en cada instalación fotovoltaica y otra en la sede de la Comunidad de Regantes).

Las señalizaciones seguirán el diseño gráfico especificado a continuación:

	Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU		GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN		
		Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia			GOBIERNO DE ESPAÑA	
Medida C3.I1: PLAN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA Y LA SOSTENIBILIDAD EN REGADÍOS						
TÍTULO DEL PROYECTO						
CONSTRUYE:						
	Cofinanciado por la Unión Europea	INVERSIÓN:		PLAZO DE EJECUCIÓN:		

Ilustración 15. Modelo de cartel provisional 2,10 m x 1,5 m.



The image shows a permanent plaque template with a white background and a blue border. At the top, there are logos for the European Union, the Spanish Government, and SEIASA. The central part features the 'Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia' logo and the text 'Medida C3.I1: PLAN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA Y LA SOSTENIBILIDAD EN REGADÍOS'. Below this is a light blue box with the text 'TÍTULO DEL PROYECTO'. At the bottom, there is a grey box with the European Union logo, the text 'Cofinanciado por la Unión Europea', and the word 'INVERSIÓN:'.

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

 GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

 **seiasa**
SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS

 **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia**

GOBIERNO DE ESPAÑA

ESPAÑA PUEDE

Medida C3.I1: PLAN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA Y LA SOSTENIBILIDAD EN REGADÍOS

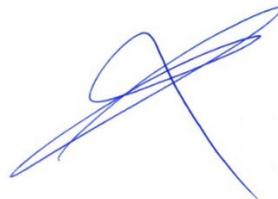
TÍTULO DEL PROYECTO

 **Cofinanciado por la Unión Europea**

INVERSIÓN:

Ilustración 16. Modelo de placa permanente 0,42 m x 0,42 m.

Noviembre de 2022
INGENIERO AGRONOMO Cdo Nº: 1.503
C.O.I.A. de Andalucía



Fdo.: Antonio Romero López