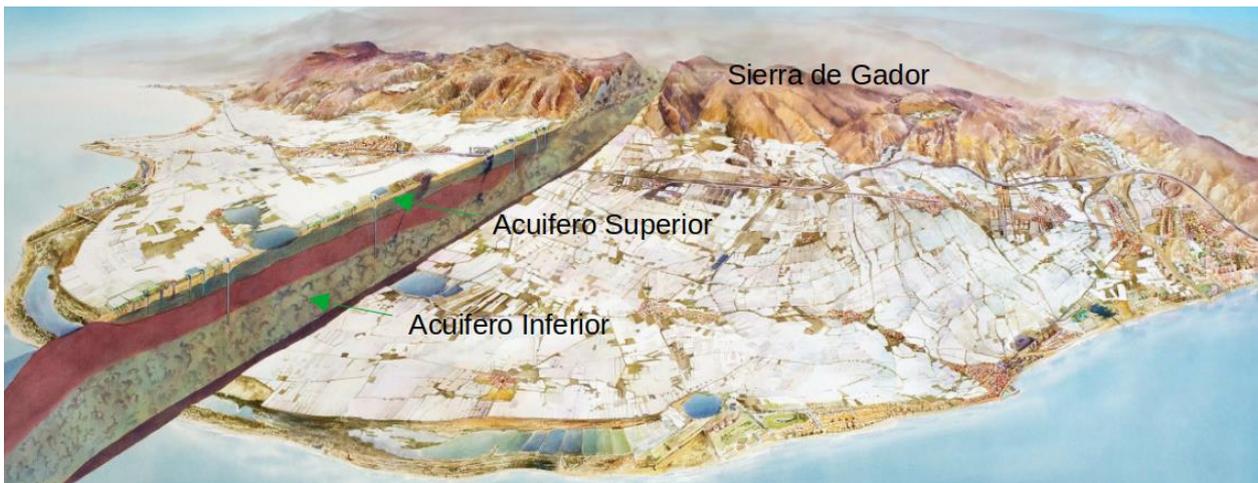


# DOCUMENTO Nº3

## PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES



## ÍNDICE

1	PRESCRIPCIONES GENERALES .....	18
1.1	OBJETO DE ESTAS PRESCRIPCIONES.....	18
1.2	DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS EMPLEADOS EN ESTAS PRESCRIPCIONES .....	18
1.3	DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS .....	19
1.3.1	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....	20
1.3.2	PLANOS.....	20
1.3.3	COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN DE DOCUMENTOS .....	20
1.3.4	DOCUMENTOS QUE SE ENTREGAN AL CONTRATISTA.....	21
1.3.4.1	Documentos contractuales.....	21
1.3.4.2	Documentos Informativos .....	22
1.3.4.3	Cumplimiento de las normativas vigentes y licencias .....	22
1.4	PRESCRIPCIONES PARA LA CONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.....	22
1.4.1	PRESCRIPCIONES GENERALES .....	22
1.4.2	PRESCRIPCIONES PARTICULARES .....	23
1.5	RESIDUOS .....	24
1.6	MEDIOAMBIENTE.....	24
1.6.1	DIVULGACIÓN Y FORMACIÓN EN BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS .....	25
1.6.2	ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN POR SENSORES DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL SUELO.....	28
1.6.3	ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN AUTOMÁTICA PARA EL CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUA Y LOS RETORNOS DE RIEGO .....	32
1.6.4	HIDROSIEMBRA EN LOS TALUDES DE LA Balsa .....	33
1.6.5	ESTRUCTURAS VEGETALES DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL PARA EL FOMENTO DE POLINIZADORES Y ENEMIGOS NATURALES .....	35
1.6.6	MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA LA FAUNA EN BALSAS .....	37
1.6.7	MITIGACIÓN DE RIESGOS POR LÍNEAS ELÉCTRICAS .....	37
1.6.8	INSTALACIÓN DE REFUGIOS PARA MURCIÉLAGOS.....	40
1.6.9	INSTALACIÓN DE CAJAS NIDO PARA AVES .....	41
1.6.10	INSTALACIÓN DE HOTELES PARA INSECTOS.....	42
1.6.11	CREACIÓN DE PUNTOS DE AGUA PARA MEJORAR LA HABITABILIDAD PARA LA FAUNA... 43	43
1.6.12	MEJORA DE LA HABITABILIDAD DE LAS BALSAS PARA LA FAUNA .....	45
1.7	ARQUEOLOGÍA Y PATRIMONIO.....	46
1.7.1	LEGISLACIÓN.....	46
1.7.1.1	NACIONAL.....	46
1.7.1.2	AUTONÓMICA.....	46
1.7.1.3	ACTUACIONES ARQUEOLÓGICAS .....	47
1.8	DIRECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS OBRAS .....	50

1.8.1	DIRECCIÓN DE LAS OBRAS.....	50
1.8.2	FUNCIONES DE LA DIRECCIÓN DE OBRA .....	50
1.8.3	INSPECCIÓN DE LAS OBRAS.....	50
1.8.4	INFORMACIÓN Y PUBLICIDAD .....	51
2	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....	52
2.1	CONEXIÓN CON LA TUBERÍA DE LA DESALADORA EN ARQUETA GADOR 1 .....	53
2.2	CONEXIÓN CON LA TUBERÍA DE UNIÓN DE LOS POZOS NORTE .....	53
2.3	BALSA NORTE.....	53
2.4	RED DE ALTA.....	54
2.5	BALSA SUR.....	54
2.6	RED DE DISTRIBUCIÓN .....	55
2.7	PLANTA FOTOVOLTAICA .....	56
2.7.1	FOTOVOLTAICA FLOTANTE.....	56
2.7.2	FOTOVOLTAICA EN TIERRA.....	60
2.8	TURBINA HIDROELÉCTRICA .....	63
2.8.1	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO.....	63
2.8.2	FUNCIONAMIENTO .....	64
2.8.3	COMPONENTES DE LA TURBINA.....	64
2.8.4	CUADRO DE CONTROL BT .....	66
2.9	LÍNEA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.....	67
2.9.1	LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN .....	67
2.9.1.1	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN. ....	67
2.9.1.2	CONVERSIÓN AÉREA SUBTERRÁNEA .....	70
2.9.1.3	PUESTA A TIERRA DE LOS CABLES.....	71
2.9.1.4	PROTECCIONES .....	71
2.9.1.5	ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN. ....	72
2.9.1.6	LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN. ....	72
2.9.1.6.1	DATOS GENERALES DE LA LÍNEA. ....	72
2.9.1.6.2	DATOS DEL CONDUCTOR.....	72
2.9.1.6.3	APOYOS.....	73
2.9.1.6.4	CIMENTACIONES.....	73
2.9.1.6.5	AISLAMIENTO EN CONDUCTORES Y SEÑALIZACIÓN.CUMPLIMIENTO DEL R.D. 1432/2008, DE 29 DE AGOSTO DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA. ....	73
2.9.1.6.6	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LA COLISIÓN.....	74
2.9.1.6.7	DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS.....	74
2.9.1.6.8	CADENA DE AMARRE.....	74
2.9.1.6.9	ELEMENTOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN .....	75

2.9.1.6.10	Puesta a tierra de los apoyos .....	76
2.9.1.6.11	NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO.....	76
2.9.2	LÍNEA DE BAJA TENSIÓN .....	76
2.9.2.1	REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES .....	76
2.9.2.2	TRAZADO DE LA LÍNEA.....	77
2.9.2.3	CRUZAMIENTOS.....	77
2.9.2.3.1	CON LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE A.T.....	77
2.9.2.3.2	CON LÍNEAS AÉREAS DE B.T.....	77
2.9.2.3.3	CON LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN. ....	77
2.9.2.3.4	CON CARRETERAS Y FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR.....	78
2.9.2.4	PROXIMIDADES Y PARALELISMOS .....	78
2.9.2.4.1	CON LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE A.T.....	78
2.9.2.4.2	CON OTRAS LÍNEAS DE B.T. O DE TELECOMUNICACIÓN. ....	78
2.9.2.5	CONDUCTORES .....	78
2.9.2.6	APOYOS.....	78
2.9.2.7	EMPALMES Y CONEXIONES DE CONDUCTORES. ....	79
2.9.2.8	CIMENTACIONES.....	79
2.10	AUTOMATIASMO Y CONTROL .....	79
2.10.1	DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS ESTACIONES.....	80
2.11	SERVICIOS AFECTADOS.....	90
3	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LA OBRA CIVIL.....	91
3.1	NORMAS Y PRESCRIPCIONES GENERALES .....	91
3.2	PRESCRIPCIONES GENERALES PARA TODOS LOS MATERIALES .....	92
3.2.1	PROCEDENCIA .....	92
3.2.2	CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	93
3.2.3	EXAMEN Y PRUEBA DE LOS MATERIALES.....	93
3.2.3.1	PRESENTACIÓN PREVIA DE MUESTRAS .....	93
3.2.3.2	ENSAYOS .....	93
3.2.3.3	GASTOS DE LOS ENSAYOS.....	94
3.2.4	TRANSPORTE Y ACOPIO .....	94
3.2.5	MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO .....	94
3.2.6	RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA .....	94
3.3	OBRAS PREPARATORIAS Y ACCESOS .....	94
3.3.1	DEFINICIÓN .....	94
3.3.2	OBRAS PREPARATORIAS.....	94
3.3.3	CARRETERAS Y ACCESOS.....	95

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA)



COMUNIDAD DE REGANTES  
TIERRAS DE ALMERÍA

3.3.4	DESVÍOS PROVISIONALES .....	95
3.3.5	EQUIPOS .....	96
3.3.6	DERECHO DE PASO .....	96
3.3.7	REPARACIÓN DE DAÑOS .....	96
3.3.8	DEMOLICIÓN DE OBRAS TEMPORALES .....	96
3.3.9	RESTAURACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE LOCAL .....	96
3.3.10	MEDICIÓN Y ABONO .....	96
3.4	EXPLANACIONES. DESBROCE .....	96
3.4.1	DEFINICIÓN .....	96
3.4.2	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	97
3.4.3	REMOCIÓN DE LOS MATERIALES DE DESBROCE .....	97
3.4.4	RETIRADA Y DISPOSICIÓN DE LOS MATERIALES OBJETO DE DESBROCE .....	98
3.4.5	MEDICIÓN Y ABONO .....	98
3.5	DEMOLICIONES .....	98
3.5.1	DEFINICIÓN .....	98
3.5.2	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	99
3.5.3	MEDICIÓN Y ABONO .....	99
3.6	EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO .....	100
3.6.1	DEFINICIÓN .....	100
3.6.2	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	100
3.6.3	MEDICIÓN Y ABONO .....	102
3.7	EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS .....	102
3.7.1	DEFINICIÓN .....	102
3.7.2	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	103
3.7.3	MEDICIÓN Y ABONO .....	104
3.8	RELLENOS DE LAS ZANJAS DE CONDUCCIÓN .....	104
3.8.1	DEFINICIÓN .....	104
3.8.2	MATERIALES .....	105
3.8.2.1	PROCEDENTES DE LA EXCAVACIÓN .....	105
3.8.2.2	MATERIAL SELECCIONADO TIPO S2 PROCEDENTE DE CANTERA .....	105
3.8.2.3	MATERIAL GRANULAR PARA LA CAMA DE ASIENTO DE LAS TUBERÍAS .....	105
3.8.2.4	CONTROL DE CALIDAD .....	106
3.8.3	EJECUCIÓN DEL RELLENO DE ZANJAS DE TUBERÍAS .....	106
3.8.3.1	PARA TUBERÍAS DE DIÁMETRO INFERIOR A 500 MM .....	106
3.8.3.2	PARA TUBERÍAS DE DIÁMETRO SUPERIOR A 500 MM .....	107
3.8.3.3	CONTROL DE CALIDAD .....	108
3.8.4	MEDICIÓN Y ABONO .....	108
3.8.4.1	CAMA DE APOYO DE LA TUBERÍA .....	109

3.8.4.2	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO .....	109
3.8.4.3	RELLENO CON MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN .....	109
3.9	RELLENOS LOCALIZADOS .....	110
3.9.1	DEFINICIÓN .....	110
3.9.2	MATERIALES .....	110
3.9.3	CONTROL DE CALIDAD .....	110
3.9.4	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	111
3.9.5	MEDICIÓN Y ABONO .....	112
3.10	ESCOLLERAS EN MUROS DE CONTENCIÓN .....	112
3.10.1	DEFINICIÓN .....	112
3.10.2	MATERIALES.....	113
3.10.2.1	CONTROL DE CALIDAD .....	113
3.10.3	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	114
3.10.4	MEDICIÓN Y ABONO .....	115
3.11	ZAHORRA ARTIFICIAL .....	115
3.11.1	DEFINICIÓN .....	115
3.11.2	MATERIALES.....	116
3.11.3	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	116
3.11.3.1	PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ASIENTO .....	117
3.11.3.2	PREPARACIÓN DEL MATERIAL .....	117
3.11.3.3	EXTENSIÓN DE LA TONGADA.....	117
3.11.3.4	COMPACTACIÓN DE LA TONGADA .....	117
3.11.3.5	ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA .....	117
3.11.4	CONTROL DE CALIDAD .....	118
3.11.4.1	CONTROL DE PROCEDENCIA .....	118
3.11.4.2	CONTROL DE PRODUCCIÓN.....	119
3.11.4.3	CONTROL DE EJECUCIÓN.....	119
3.11.4.4	COMPACTACIÓN .....	119
3.11.5	MEDICIÓN Y ABONO .....	119
3.12	PAVIMENTO DE HORMIGÓN .....	119
3.12.1	DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	119
3.12.2	TIPO DE HORMIGÓN EMPLEADO .....	120
3.12.3	JUNTAS LONGITUDINALES .....	120
3.12.4	JUNTAS TRANSVERSALES .....	120
3.12.5	CURADO .....	120
3.12.6	MEDICIÓN Y ABONO .....	120
3.13	MEZCLAS BITUMINOSAS .....	120
3.13.1	DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	120

3.13.2	MATERIALES.....	121
3.13.3	ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA .....	122
3.13.4	TOLERANCIAS EN LAS CARACTERÍSTICAS .....	123
3.13.5	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	124
3.13.6	CONTROL DE CALIDAD .....	127
3.13.7	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO .....	130
3.13.8	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS .....	130
3.13.9	CAPA DE RODADURA. SUPERFICIE ACABADA .....	130
3.13.10	MEDICIÓN Y ABONO.....	131
3.14	EMULSIONES BITUMINOSAS .....	131
3.14.1	DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	131
3.14.2	CONDICIONES GENERALES.....	131
3.14.3	DENOMINACIONES.....	132
3.14.4	MEDICIÓN Y ABONO .....	132
3.15	GEOTEXTIL .....	133
3.15.1	DEFINICIÓN .....	133
3.15.2	MATERIALES.....	133
3.15.3	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	133
3.15.4	CONTROL DE CALIDAD.....	134
3.15.5	MEDICIÓN Y ABONO.....	134
3.16	GEOMEMBRANA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD .....	134
3.16.1	DEFINICIÓN .....	134
3.16.2	CONTROLES EN SU FABRICACIÓN Y/O TRANSFORMACIÓN .....	135
3.16.3	CONTROLES A LA RECEPCIÓN EN OBRA .....	136
3.16.4	CONTROLES EN SU MANIPULACIÓN .....	137
3.16.5	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	137
3.16.6	MEDICIÓN Y ABONO.....	140
3.17	OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA O ARMADO .....	140
3.17.1	DEFINICIÓN .....	140
3.17.2	CONDICIONES GENERALES.....	141
3.17.3	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	141
3.17.4	CONTROL DE CALIDAD .....	142
3.17.5	MEDICIÓN Y ABONO.....	143
3.18	MORTERO DE CEMENTO.....	143
3.18.1	DEFINICIÓN .....	143
3.18.2	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	143
3.18.2.1	TIPOS Y DOSIFICACIONES.....	143
3.18.2.2	FABRICACIÓN .....	143
3.18.2.3	LIMITACIONES DE EMPLEO.....	144

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA)



COMUNIDAD DE REGANTES  
TIERRAS DE ALMERÍA

3.18.3	MEDICIÓN Y ABONO .....	144
3.19	MADERA .....	144
3.19.1	CONDICIONES GENERALES.....	144
3.19.2	FORMA Y DIMENSIONES.....	144
3.19.3	MEDICIÓN Y ABONO .....	145
3.20	ENCOFRADOS .....	145
3.20.1	DEFINICIÓN .....	145
3.20.2	MATERIALES.....	145
3.20.3	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	146
3.20.3.1	GENERALIDADES .....	146
3.20.3.2	DEENCOFRADO .....	147
3.20.4	MEDICIÓN Y ABONO.....	147
3.21	ARMADURAS DE ACERO .....	147
3.21.1	DEFINICIÓN .....	147
3.21.1.1	MATERIALES.....	147
3.21.2	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	148
3.21.2.1	TOLERANCIAS.....	149
3.21.3	CONTROL DE CALIDAD .....	150
3.21.4	MEDICIÓN Y ABONO.....	151
3.22	IMPERMEABILIZACIÓN DE PARAMENTOS.....	151
3.22.1	DEFINICIÓN .....	151
3.22.2	MATERIALES.....	151
3.22.3	MEDICIÓN Y ABONO.....	151
3.23	MATERIALES PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE JUNTAS .....	152
3.23.1	MATERIALES.....	152
3.23.2	CONTROL DE CALIDAD .....	152
3.23.3	CONDICIONES DE EJECUCIÓN .....	152
3.23.4	MEDICIÓN Y ABONO.....	153
3.24	FÁBRICA DE BLOQUES DE HORMIGÓN.....	153
3.24.1	DEFINICIÓN .....	153
3.24.2	MATERIALES.....	153
3.24.3	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	154
3.24.4	MEDICIÓN Y ABONO.....	154
3.25	POZO DE REGISTRO .....	154
3.25.1	DEFINICIÓN .....	154
3.25.2	MATERIALES.....	155
3.25.3	CONTROL DE CALIDAD .....	156
3.25.4	CONDICIONES DE EJECUCIÓN .....	156
3.25.5	MEDICIÓN Y ABONO.....	157

3.26	ENTIBACIONES.....	157
3.26.1	DEFINICIÓN .....	157
3.26.2	CLASIFICACIÓN DE LAS ENTIBACIONES .....	157
3.26.3	SISTEMAS DE ENTIBACIÓN .....	158
3.26.4	CONDICIONES GENERALES DE LAS ENTIBACIONES .....	158
3.26.5	EJECUCIÓN .....	158
3.26.6	MEDICIÓN Y ABONO.....	159
3.27	TUBERÍAS DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV) .....	160
3.27.1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	160
3.27.2	NORMATIVA APLICABLE .....	160
3.27.3	TÉRMINOS, DEFINICIONES Y SÍMBOLOS .....	160
3.27.4	GENERALIDADES.....	162
3.27.5	DISEÑO TUBOS DE PRFV .....	163
3.27.6	TAMAÑO NOMINAL.....	163
3.27.7	RIGIDEZ NOMINAL .....	163
3.27.8	PRESIÓN NOMINAL .....	163
3.27.9	UNIONES .....	164
3.27.10	TUBOS DE AJUSTE .....	164
3.27.11	SERIE DE DIÁMETROS .....	164
3.27.12	GENERALIDADES.....	165
3.27.13	REFUERZO .....	165
3.27.14	RESINA .....	166
3.27.15	CARGAS INERTES.....	166
3.27.16	VELOS SINTÉTICOS .....	166
3.27.17	ELASTÓMEROS.....	167
3.27.18	ADITIVOS .....	167
3.27.19	ACELERANTES, CATALIZADORES E INHIBIDORES.....	167
3.27.20	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES.....	167
3.27.21	CONSTRUCCIÓN DE LA PARED.....	168
3.27.22	CAPA INTERIOR (LINER).....	168
3.27.23	CAPA ESTRUCTURAL.....	168
3.27.24	CAPA EXTERIOR.....	168
3.27.25	ASPECTO .....	169
3.27.26	MARCADO .....	169
3.27.27	MEDICIÓN DE LAS DIMENSIONES .....	170
3.27.28	SISTEMAS DE UNIÓN .....	170
3.27.29	GENERALIDADES.....	170
3.27.30	TIPOS DE UNIÓN .....	170
3.27.31	UNIÓN FLEXIBLE MEDIANTE MANGUITO.....	170
3.27.32	DESVIACIÓN ANGULAR MÁXIMA ADMISIBLE.....	171

3.27.33	JUNTAS DE ESTANQUIDAD .....	171
3.27.34	LUBRICANTES .....	171
3.27.35	UNIÓN MEDIANTE MANGUITO TRABADO (KEY-LOCK) .....	171
3.27.36	UNIÓN RÍGIDA MEDIANTE BRIDA.....	172
3.27.37	UNIÓN RÍGIDA LAMINADA A TOPE .....	172
3.27.38	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS TUBOS.....	172
3.27.39	DIÁMETRO.....	172
3.27.40	ESPESOR DE PARED .....	173
3.27.41	LONGITUD EFECTIVA .....	177
3.27.42	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS TUBOS .....	177
3.27.43	RIGIDEZ CIRCUNFERENCIAL ESPECÍFICA INICIAL.....	177
3.27.44	FRECUENCIA.....	177
3.27.45	RIGIDEZ CIRCUNFERENCIAL ESPECÍFICA A LARGO PLAZO EN CONDICIONES DE HUMEDAD.....	178
3.27.46	FRECUENCIA.....	178
3.27.47	RESISTENCIA A LA DEFLEXIÓN CIRCUNFERENCIAL INICIAL.....	178
3.27.48	FRECUENCIA.....	179
3.27.49	RESISTENCIA AL FALLO, A LARGO PLAZO, EN LA CARGA ÚLTIMA EN CONDICIONES DE FLEXIÓN 179	
3.27.50	FRECUENCIA.....	180
3.27.51	RESISTENCIA ESPECÍFICA INICIAL EN TRACCIÓN LONGITUDINAL .....	180
3.27.52	FRECUENCIA.....	181
3.27.53	PRESIÓN DE FALLO INICIAL .....	181
3.27.54	FRECUENCIA.....	183
3.27.55	PRESIÓN DE FALLO A LARGO PLAZO.....	183
3.27.56	FRECUENCIA.....	183
3.27.57	RESISTENCIA A LA FATIGA POR PRESIÓN INTERIOR.....	183
3.27.58	FRECUENCIA.....	184
3.27.59	DUREZA BARCOL A LARGO PLAZO DEL PRODUCTO DE PRFV .....	184
3.27.60	FRECUENCIA.....	184
3.27.61	ABSORCIÓN DE AGUA A LARGO PLAZO DEL PRODUCTO DE PRFV TERMINADO .....	184
3.27.62	FRECUENCIA.....	184
3.27.63	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN INTERIOR .....	185
3.27.64	FRECUENCIA.....	185
3.27.65	UNIONES. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y CUALIFICACIÓN .....	185
3.27.66	GENERALIDADES.....	185
3.27.67	REQUISITOS.....	186
3.27.68	RETRACCIÓN .....	186
3.27.69	APROBACIÓN PARA EL TRANSPORTE DE AGUA POTABLE .....	186
3.27.70	ACCESORIOS. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y CUALIFICACIÓN .....	187

3.27.71	GENERALIDADES.....	187
3.27.72	SERIE DE DIÁMETRO.....	187
3.27.73	PRESIÓN NOMINAL (PN).....	187
3.27.74	RIGIDEZ NOMINAL (SN).....	187
3.27.75	TIPO DE JUNTA.....	188
3.27.76	CARACTERÍSTICAS DE LOS LAMINADOS.....	188
3.27.77	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS ACCESORIOS.....	188
3.27.78	CUALIFICACIÓN.....	188
3.27.79	DIMENSIONES.....	189
3.27.80	MARCADO.....	189
3.27.81	REQUISITOS DEL FABRICANTE.....	189
3.27.82	INSPECCIONES.....	190
3.27.83	NOTIFICACIONES DEL FABRICANTE AL CLIENTE.....	191
3.27.84	ENSAYOS DE CALIDAD Y ACEPTACIÓN.....	191
3.27.85	ENSAYOS DESTRUCTIVOS.....	191
3.27.86	VERIFICACIÓN DE LA RIGIDEZ NOMINAL.....	191
3.27.87	RESISTENCIA A FLEXIÓN CIRCUNFERENCIAL.....	191
3.27.88	COMPOSICIÓN DEL LAMINADO (PORCENTAJE DE VIDRIO, RESINA Y ARENA).....	192
3.27.89	ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN CIRCUNFERENCIAL.....	192
3.27.90	ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN LONGITUDINAL.....	192
3.27.91	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.....	192
3.27.92	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD POR PRESIÓN INTERNA.....	192
3.27.93	CONTROL DE LA MATERIA PRIMA.....	192
3.27.94	EXAMEN VISUAL.....	193
3.27.95	CONTROL DIMENSIONAL.....	193
3.27.96	REQUISITOS DEL FABRICANTE.....	193
3.28	TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE FUNDICIÓN DÚCTIL.....	193
3.28.1	NORMAS DEL PRODUCTO.....	193
3.28.2	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	194
3.28.3	UNIONES Y PRESIONES ADMISIBLES.....	195
3.28.4	REVESTIMIENTO EXTERNO.....	196
3.28.5	UNIONES CON BRIDA.....	197
3.28.6	PRESIÓN DE ENSAYO ADMISIBLE (PEA).....	198
3.28.7	CONTROL DE CALIDAD.....	198
3.28.8	IDENTIFICACIÓN Y MARCADO.....	199
3.28.9	EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE.....	199
3.29	HIDRANTES.....	202
3.30	CONTADORES TIPO WOLTMAN.....	202
3.31	TUBERÍAS DE POLIETILENO.....	202
3.31.1	TRANSPORTE.....	202

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA)



COMUNIDAD DE REGANTES  
TIERRAS DE ALMERÍA

3.31.2	ALMACENAJE .....	203
3.31.3	MANIPULACIÓN Y MONTAJE.....	203
3.31.4	ENSAYOS Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN DEL PRODUCTO .....	205
3.32	CARPINTERÍA METÁLICA.....	209
3.32.1	DEFINICIÓN .....	209
3.32.2	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	209
3.32.3	CONTROL DE CALIDAD .....	209
3.32.4	MEDICIÓN Y ABONO.....	210
3.33	ELEMENTOS METÁLICOS .....	210
3.33.1	DEFINICIÓN .....	210
3.33.2	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	210
3.33.3	MEDICIÓN Y ABONO.....	211
3.34	PROTECCIÓN POR GALVANIZACIÓN.....	211
3.34.1	DEFINICIÓN .....	211
3.34.2	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	212
3.34.3	MEDICIÓN Y ABONO.....	212
3.35	REVESTIMIENTOS CONTINUOS.....	213
3.35.1	DEFINICIÓN .....	213
3.35.2	CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES.....	213
3.35.3	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	213
3.35.3.1	PRESCRIPCIONES GENERALES .....	213
3.35.3.2	ENFOSCADOS MAESTREADOS Y FRATASADOS.....	213
3.35.3.3	CONSERVACIÓN .....	214
3.35.4	CONTROL DE EJECUCIÓN .....	214
3.35.5	MEDICIÓN Y ABONO.....	214
3.36	PAVIMENTO DE ADOQUÍN DE HORMIGÓN .....	214
3.36.1	DEFINICIÓN .....	214
3.36.2	MATERIALES.....	214
3.36.3	MEDICIÓN Y ABONO.....	216
3.37	CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN.....	216
3.37.1	DEFINICIÓN .....	216
3.37.2	MATERIALES.....	216
3.37.3	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	216
3.37.3.1	EMPALMES Y CONEXIONES.....	217
3.37.3.2	SISTEMAS DE PROTECCIÓN.....	217
3.37.4	MEDICIONES Y ABONO .....	218
3.38	ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN .....	218
3.39	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	218
3.39.1	DEFINICIÓN .....	218

3.39.2	ESTRUCTURA SOPORTE .....	219
3.39.3	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	219
3.39.4	PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS .....	220
3.40	CABLE DE COMUNICACIONES ENTERRADO .....	221
3.40.1	DEFINICIÓN .....	221
3.40.2	MATERIALES .....	221
3.40.3	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	222
3.40.4	CONTROL DE CALIDAD .....	223
3.40.5	MEDICIÓN Y ABONO .....	223
3.41	HIDROSIEMBRA .....	223
3.41.1	DEFINICIÓN Y ALCANCE .....	223
3.41.2	MATERIALES .....	223
3.41.3	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	224
3.41.4	CONTROL DE CALIDAD .....	225
3.41.5	MEDICIÓN Y ABONO .....	225
3.42	PLANTACIÓN DE MATORRALES Y ARBUSTOS .....	225
3.42.1	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	225
3.42.2	CONTROL DE CALIDAD .....	226
3.42.3	MEDICIÓN Y BONO .....	226
3.43	LIMPIEZA Y TERMINACIÓN DE LAS OBRAS .....	226
3.43.1	DEFINICIÓN .....	226
3.43.2	MEDICIÓN Y ABONO .....	226
3.44	UNIDADES DE OBRA NO INCLUIDAS EN ESTAS PRESCRIPCIONES .....	226
3.45	SEGURIDAD Y SALUD .....	227
3.46	GESTIÓN DE RESIDUOS .....	227
3.46.1	DEFINICIÓN .....	227
3.46.2	EJECUCIÓN .....	227
3.46.3	MEDICIÓN Y ABONO .....	229
4	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS SUMINISTROS ESPECIALES .....	230
4.1	CONDICIONES GENERALES .....	230
4.1.1	DOCUMENTACIÓN EXIGIBLE .....	230
4.1.2	GARANTÍAS .....	231
4.1.3	NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES .....	232
4.1.4	DOCUMENTACIÓN .....	232
4.1.5	MANUAL DE INSTRUCCIONES .....	233
4.1.6	PRUEBAS Y ENSAYOS DE LOS EQUIPOS .....	233
4.2	VÁLVULAS .....	234
4.2.1	DESCRIPCIÓN .....	234
4.2.2	CONDICIONES GENERALES .....	234
4.2.2.1	DIÁMETROS Y BRIDAS .....	234

4.2.2.2	PRESIONES .....	234
4.2.2.3	CONTROL DE CALIDAD .....	235
4.3	VÁLVULAS DE MARIPOSA .....	237
4.3.1	DESCRIPCIÓN .....	237
4.3.1.1	ELEMENTOS DE QUE CONSTA.....	237
4.3.2	CARACTERÍSTICAS .....	238
4.3.2.1	DE DISEÑO .....	239
4.3.2.2	MATERIALES.....	243
4.3.2.3	DIMENSIONALES .....	244
4.3.3	PROTECCIONES.....	245
4.3.4	CONTROL DE CALIDAD .....	245
4.3.4.1	REFERENCIAS, CERTIFICADOS Y GARANTÍAS .....	246
4.3.5	RECEPCIÓN .....	247
4.3.6	MEDICIÓN Y ABONO .....	247
4.4	VÁLVULAS DE COMPUERTA .....	248
4.4.1	DESCRIPCIÓN .....	248
4.4.1.1	ELEMENTOS DE QUE CONSTA.....	248
4.4.2	CARACTERÍSTICAS .....	249
4.4.2.1	DE DISEÑO .....	250
4.4.2.2	MATERIALES.....	250
4.4.2.3	DIMENSIONES.....	251
4.4.3	PROTECCIONES.....	252
4.4.4	CONTROL DE CALIDAD .....	252
4.4.4.1	REFERENCIAS, CERTIFICADOS Y GARANTÍAS .....	253
4.4.5	RECEPCIÓN .....	253
4.4.6	MEDICIÓN Y ABONO .....	254
4.5	VÁLVULAS HIDRÁULICAS DE SOBREVOLOCIDAD (ANTIRROTURA) .....	254
4.5.1	DESCRIPCIÓN .....	254
4.5.2	CARACTERÍSTICAS .....	254
4.5.2.1	DE DISEÑO .....	254
4.5.2.2	MATERIALES.....	255
4.5.3	PROTECCIONES.....	255
4.5.4	CONTROL DE CALIDAD .....	255
4.5.4.1	REFERENCIAS, CERTIFICADOS Y GARANTÍAS .....	255
4.5.5	RECEPCIÓN .....	256
4.5.6	MEDICIÓN Y ABONO .....	256
4.6	VÁLVULAS DE AIREACIÓN .....	257

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA)



4.6.1	VENTOSAS TRIFUNCIONALES .....	257
4.6.2	PURGADORES SÓNICOS.....	258
4.6.3	MATERIALES .....	258
4.6.4	PROTECCIONES.....	259
4.6.5	CONTROL DE CALIDAD .....	259
4.6.5.1	CONTROL EN TALLER .....	259
4.6.5.2	PRUEBAS DEL EQUIPO .....	260
4.6.5.3	REFERENCIAS, CERTIFICADOS Y GARANTÍAS .....	261
4.6.5.4	MARCADO.....	262
4.6.6	RECEPCIÓN .....	262
4.6.7	MEDICIÓN Y ABONO .....	263
4.7	VÁLVULAS DE RETENCIÓN .....	263
4.7.1	DESCRIPCIÓN .....	263
4.7.2	CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	263
4.7.3	MEDICIÓN Y ABONO .....	264
4.8	ELEMENTOS DE CALDERERÍA EN ACERO AL CARBONO .....	264
4.8.1	DEFINICIÓN .....	264
4.8.2	CARACTERÍSTICAS .....	264
4.8.3	INSTALACIÓN .....	264
4.8.4	MEDICIÓN Y ABONO .....	265
4.9	CARRETES DE DESMONTAJE.....	265
4.9.1	MEDICIÓN Y ABONO .....	265
4.10	FILTROS CAZAPIEDRAS .....	265
4.10.1	DEFINICIÓN .....	265
4.10.2	CARACTERÍSTICAS.....	266
4.10.3	MEDICIÓN Y ABONO .....	266
4.11	MEDIDORES DE CAUDAL EN LAS TUBERÍAS .....	266
4.11.1	DEFINICIÓN .....	266
4.11.2	CARACTERÍSTICAS.....	266
4.11.3	CONTROL DE CALIDAD .....	267
4.12	EQUIPOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN .....	268
4.12.1	DEFINICIÓN .....	268
4.12.2	GENERALIDADES.....	268
4.12.3	EQUIPOS ELÉCTRICOS Y SUS CONEXIONES .....	268
4.12.3.1	INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....	268
4.12.3.2	EMBARRADOS.....	269
4.12.3.3	TRANSFORMADORES PARA MEDIDA Y PROTECCIÓN.....	270
4.12.3.4	CONTROL Y PROTECCIONES.....	270

4.12.3.5	FUSIBLES Y RUPTORES .....	271
4.12.3.6	INTERRUPTORES DIFERENCIALES.....	271
4.12.3.7	INTERRUPTORES DE CUADRO .....	271
4.12.4	CONTROL DE CALIDAD .....	272
4.12.5	MEDICIÓN Y ABONO .....	272
4.13	CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN.....	272
4.13.1	DEFINICIÓN .....	272
4.13.2	MATERIALES.....	272
4.13.3	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	273
4.13.3.1	EMPALMES Y CONEXIONES.....	273
4.13.3.2	SISTEMAS DE PROTECCIÓN.....	273
4.13.4	MEDICIONES Y ABONO .....	274
4.14	CABLE DE TELECOMUNICACIONES ENTERRADO .....	274
4.14.1	DEFINICIÓN .....	274
4.14.2	MATERIALES.....	274
4.14.3	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	275
4.14.4	CONTROL DE CALIDAD.....	276
4.14.5	MEDICIÓN Y ABONO .....	276
4.15	OTROS SUMINISTROS .....	276
5	DISPOSICIONES GENERALES EN EL DESARROLLO DE LAS OBRAS .....	277
5.1	INICIACIÓN DE LAS OBRAS .....	277
5.2	CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.....	277
5.3	SUBCONTRATISTAS Y DESTAJISTAS.....	277
5.4	FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN .....	278
5.5	PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	278
5.6	ENSAYOS Y RECONOCIMIENTOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	278
5.7	ABONO DE LAS OBRAS .....	278
5.7.1	ABONO DE LAS OBRAS COMPLETAS .....	278
5.7.2	ABONO DE LAS OBRAS INCOMPLETAS .....	279
5.7.3	OBRAS NO AUTORIZADAS.....	279
5.7.4	OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS .....	279
5.7.5	PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR .....	280
5.7.6	TRABAJOS POR ADMINISTRACIÓN.....	280
5.7.6.1	LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.....	281
5.7.6.2	ABONO AL CONTRATISTA DE LA CUENTA DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA.....	281
5.7.6.3	NORMAS PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES Y APARATOS. ....	282
5.7.6.4	RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA .....	282
5.7.7	ELABORACIÓN DE PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	282

5.8	OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	282
5.9	DAÑOS POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR	283
5.10	CORRESPONDENCIA OFICIAL	283
5.11	PRUEBAS QUE DEBEN EFECTUARSE ANTES DE LA RECEPCIÓN PROVISIONAL	284
5.12	RECEPCIONES PROVISIONALES Y LIQUIDACIONES	284
5.13	PLAZOS DE EJECUCIÓN Y DE GARANTÍA	284
5.14	INCUMPLIMIENTO DE LOS PLAZOS DE EJECUCIÓN	284
5.15	SUSPENSIÓN DE LAS OBRAS	285
5.16	RECEPCIÓN DE LAS OBRAS	285
5.17	EXTINCIÓN DEL CONTRATO	285

## 1 PRESCRIPCIONES GENERALES

### 1.1 OBJETO DE ESTAS PRESCRIPCIONES

El objeto del presente Pliego de Prescripciones Técnicas es fijar las condiciones que han de cumplir los materiales y la ejecución de los trabajos de construcción de las obras correspondientes al PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA).

Así mismo, se determinan en el Pliego, todas las Normas Generales y Particulares que son de aplicación en dicha ejecución.

Las prescripciones técnicas de las obras de Instalaciones fotovoltaicas se desarrollan con todo detalle, en las adendas contempladas en el anejo 16 del proyecto, donde se incluyen con objeto que estas adendas sean un documento autónomo y así poder tramitarlo de forma independiente ante los diversos organismos y compañías suministradoras.

### 1.2 DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS EMPLEADOS EN ESTAS PRESCRIPCIONES

En adelante, el presente Documento nº 3: Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, puede denominarse simplemente Pliego.

A los efectos de aplicación e interpretación del presente Pliego, las palabras y expresiones que se detallan a continuación, o los pronombres indicados en su lugar, se entenderán como sigue, a menos que del contexto del Contrato se desprenda claramente un sentido diferente.

Contrato, significa tanto el conjunto como cada uno de los documentos contractuales, que más adelante se detallan.

Contratista es la persona, natural o jurídica, cuya oferta ha sido aceptada por la Propiedad, y es adjudataria de la construcción de las obras del presente Pliego, y comprende a sus representantes legales, Apoderados y sucesores expresamente aceptados por aquella.

Subcontratista es toda persona natural o jurídica que tiene una relación contractual no laboral con el Contratista para ejecutar cualquier trabajo o prestar cualquier servicio, suministro o aprovisionamiento en relación con las obras, sin vinculación directa con la Propiedad, ante quien responderá el Contratista por la actuación de aquella.

El Director de las Obras, es la persona natural o jurídica designada por la Propiedad para realizar las funciones de Ingeniero descritas en este Pliego, cuyo nombramiento será notificado por escrito al Contratista, si no constara ya en las condiciones particulares o posteriormente fuera sustituido.

Delegado del Ingeniero es aquel Ingeniero o Ayudante del Ingeniero o empleado, residente en las obras, que sea designado por la Propiedad o por el Ingeniero para el cumplimiento de las misiones que se exponen en el articulado del presente Pliego, y cuyo nombramiento notificará el Ingeniero al Contratista por escrito. Junto con el Ingeniero formará lo que se denominará, en este Pliego, la Dirección de Obra.

Las atribuciones que se reconocen a la Dirección de Obra en este Pliego y las que figuren en los demás documentos contractuales para decidir o resolver cuestiones entre las partes, deben ser siempre entendidas como facultades y al mismo tiempo como obligaciones de la misma para emitir su opinión, que por ser objetiva y técnica revestirá especial fuerza y significado. Ello no obstará, empero, para que cualquiera de las partes pueda discrepar fundamentamente de la opinión de la Dirección de Obra y poner en marcha, si lo estima conveniente, el procedimiento arbitral o el ejercicio de las acciones de que se pueda creer asistida.

Las decisiones de la Dirección de Obra sobre cómo deben hacerse las obras, sobre suspensión de las mismas o sobre demolición y reconstrucción de lo ya hecho, serán inmediatamente cumplimentadas por el Contratista, sin perjuicio de su derecho a reclamar posteriormente las compensaciones económicas que entienda le corresponden, si así resulta de los documentos contractuales.

"Precio unitario", significa la cantidad en pesetas, que, de acuerdo con las condiciones estipuladas en el presente Pliego, tanto en cuanto concierne a su importe, como en lo que respecta a su modo de aplicación a las mediciones de los trabajos efectuados, servirá para valorar las diferentes partes de las obras realizadas por el Contratista.

"Relación valorada", es el documento en el que se detalla el cálculo del importe de la ejecución material de la obra realizada por el Contratista, y en el que se tendrán en cuenta todas las estipulaciones al respecto del presente Pliego.

"Certificación", es el documento mediante el que se acreditará al Contratista el importe de ejecución por contrata de las obras realizadas por él. Servirá de base para el cálculo de este importe, el de la relación valorada correspondiente, con sujeción a las adiciones, deducciones y retenciones estipuladas en el Contrato, y aprobadas por la Dirección de Obra.

"Equipo de Maquinaria", significa el conjunto de máquinas, dispositivos, aparatos, vehículos, herramientas u objetos de cualquier clase y naturaleza que sean y que se requieran para la construcción, terminación y conservación de las obras, bien sean permanentes o provisionales, pero sin incluir materiales o cualquier otro elemento que haya de formar parte de la obra permanente.

"Planos", son todos aquellos que forman parte del presente Proyecto y a los que se hace referencia en el presente Pliego, así como los que se confeccionen con posterioridad, introduciendo sobre ellos las modificaciones, ampliaciones e incluso sustituciones que las observaciones o ensayos realizados sobre el terreno aconsejen con vistas a la mayor seguridad o economía de la obra. Se señala expresamente a estos efectos que solamente serán considerados como contractuales aquellos Planos que sean suministrados al Contratista con la inscripción: "Definitivo para construcción" acompañado de la aprobación firmada de la Dirección de Obra.

"Emplazamiento", significa los terrenos y lugares, sobre, debajo, dentro o a través de los cuales hayan de realizarse las obras y todos los demás terrenos o lugares que sean expresamente designados en el Contrato como formando parte del emplazamiento.

"Aprobado", significa expresamente aprobado por escrito. Las aprobaciones verbales no serán válidas a efectos contractuales sin su posterior conformación por escrito.

Siempre que en el Contrato se indique que el Contratista debe realizar determinado trabajo "por cuenta", "a su cargo", "sin cargas adicionales para la Propiedad", o con alguna otra expresión similar, se entenderá que el Contratista no tendrá derecho a percibir compensación adicional de la Propiedad por tal trabajo, y que por tanto sus costos se consideran incluidos en los de las diversas unidades de la obra.

Siempre que en el Contrato se haga referencia a algún período de tiempo expresado en días, se entenderá que se trata de días naturales, salvo que expresamente se indique lo contrario.

### 1.3 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Las obras se definen en todos los documentos incluidos en el presente Proyecto y en aquellos que se mencionan en la Memoria y Anejos a la Memoria. Los documentos del presente Proyecto son los que se indican a continuación:

- Memoria y Anejos.

- Planos.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
- Estudio de seguridad y salud
- Presupuesto.

De estos documentos se consideran contractuales, el correspondiente a los Planos y el Presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, así como el Presupuesto.

Una descripción general de las obras se encuentra en el Capítulo 2 de este Documento.

### 1.3.1 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Constituye el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones que, junto con los Planos, definen todos los requisitos técnicos de la obra.

Contiene la descripción general de la obra, las condiciones que han de cumplir los materiales, las prescripciones para la ejecución, medición y abono de las unidades de obra, y constituye la norma y guía que ha de seguir el Contratista.

### 1.3.2 PLANOS

Constituyen el conjunto de documentos gráficos que definen geoméricamente las obras, realizándose éstas de acuerdo con ellos, y con las Instrucciones y planos adicionales que entregue la Dirección de Obra al Contratista.

Contienen las plantas, los perfiles y secciones necesarias para ejecutar todas y cada una de las obras definidas en el presente Proyecto.

Cualquier duda que le surja al Contratista, en la interpretación de los planos deberá ser comunicada a la Dirección de Obra, la cual en el plazo de quince (15) días, le dará las explicaciones necesarias para aclarar las mismas.

El Contratista deberá solicitar con la antelación suficiente los planos adicionales que considere necesarios, por omisión, modificación o ampliación, de aquellas obras que vaya realizar sesenta (60) días después de dicha petición debiendo ser entregados dichos planos por la Dirección de Obra, en el plazo de treinta (30) días.

El Contratista inmediatamente después de recibir los planos, deberá revisarlos, informando a la Dirección de Obra sobre las contradicciones existentes, siendo este responsable de cualquier error que se produjera por no haber efectuado dicha revisión.

Será responsabilidad del Contratista la elaboración de los planos complementarios de detalle, que se consideren necesarios para la correcta ejecución de la obra.

Una vez terminadas las obras, el Contratista está obligado a presentar una colección de Planos, en los que se refleje la obra realmente ejecutada siendo de su cuenta los gastos que ello origine.

### 1.3.3 COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN DE DOCUMENTOS

En caso de contradicción e incompatibilidad entre los Documentos del presente Proyecto, se debe tener en cuenta lo siguiente:

El Documento nº 2 Planos, tiene prelación sobre los demás documentos del Proyecto en lo que se refiere a dimensionamiento, en caso de incompatibilidad entre los mismos.

El Documento nº 3 Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, tiene prelación sobre los demás en lo que se refiere a los materiales a emplear, condiciones de ejecución, medición y valoración de las obras.

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los Planos, o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que, a juicio de la Dirección de Obra quede suficientemente definida la obra correspondiente, y ésta tenga precio en el Presupuesto.

En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por la Dirección de Obra o por el Contratista, deberán reflejarse preceptivamente en el Acta de Comprobación del Replanteo.

Las omisiones en los Planos del Proyecto y en el Pliego de Prescripciones, o las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los documentos del presente Proyecto o que, por uso y costumbre deban ser realizados, no solo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deben ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

El Contratista informará por escrito a la Dirección de Obra, tan pronto como sea de su conocimiento, de toda discrepancia, error u omisión que encontrase.

Cualquier corrección o modificación en los Planos del Proyecto o en las Especificaciones del Pliego de Prescripciones, solo podrá ser realizada por la Dirección de Obra, siempre y cuando así lo juzgue conveniente para su interpretación o el fiel cumplimiento de su contenido.

### 1.3.4 DOCUMENTOS QUE SE ENTREGAN AL CONTRATISTA

Los documentos que la Administración entregará al Contratista pueden tener el carácter de contractual o meramente informativo.

#### 1.3.4.1 Documentos contractuales

Salvo exclusión expresa en el Contrato, serán los siguientes:

- Planos.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
- Cuadro de Precios Unitarios.
- Cuadro de Precios descompuestos.
- Presupuestos Parciales.
- Presupuesto General.

El hecho de figurar en los Presupuestos Parciales mediciones y cubicaciones de la Obra, no implica su concordancia exacta con la realidad.

El Acta de Comprobación de Replanteo, también se entenderá como integrante del Contrato a efectos de su exigibilidad.

#### 1.3.4.2 Documentos Informativos

Los datos sobre sondeos, procedencia de materiales, ensayos, condiciones locales, diagramas de movimientos de tierras, estudios de maquinaria, de programación, de condiciones climáticas, de justificación de precios y, en general, todos los que se incluyen habitualmente en la Memoria de los Proyectos y sus Anejos correspondientes, son documentos informativos.

Dichos documentos representan una opinión fundada de la Administración. Sin embargo, ello no supone que se responsabilice de la certeza de los datos que se suministran, y, en consecuencia, deben aceptarse tan sólo como complemento de la información que el Contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el Contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afectan al Contrato, al planteamiento y a la ejecución de las obras.

#### 1.3.4.3 Cumplimiento de las normativas vigentes y licencias

El Contratista, está obligado al cumplimiento de la legislación vigente que le sea de aplicación por cualquier motivo durante el desarrollo de los trabajos, aunque no se encuentre expresamente indicado en estas Prescripciones, o en cualquier otro documento de carácter contractual.

EL PROMOTOR, facilitará al Contratista, las autorizaciones y licencias de su competencia que sean necesarias para la construcción de las obras y le prestará su apoyo en los demás casos, en los que serán obtenidas por el Contratista, sin que ello dé lugar a responsabilidad adicional o abono por parte del PROMOTOR.

Serán de cuenta del Contratista toda la tramitación, obtención de permisos, avales y demás gastos para la ejecución de los cruces de carreteras de autovías y vías férreas, así como conexiones eléctricas, licencias de telecontrol y de todo tipo para perfecta puesta en marcha y legalización de las obras e instalaciones.

Correrán, además, por cuenta del contratista adjudicatario las siguientes actuaciones:

- La realización de un anexo fotográfico con cada certificación de obra, si a juicio de la Dirección Técnica, resulta necesario para documentar las obras.
- La realización de gestiones, pago de gastos, así como la redacción y visado de los proyectos de instalaciones que hayan de presentarse ante los organismos competentes, a efectos de obtener el alta, los permisos de funcionamiento de las mismas a enganches, redes de servicios, acometidas provisionales, y en general todo lo necesario para el funcionamiento adecuado y legalizado de las instalaciones, aun cuando hayan de ser puestas a nombre de la Administración.

### 1.4 PRESCRIPCIONES PARA LA CONTRATACIÓN DE LAS OBRAS

En todo aquello que no esté expresamente indicado en las presentes Prescripciones, ni se oponga a ellas, serán de aplicación los siguientes documentos:

#### 1.4.1 PRESCRIPCIONES GENERALES

El Contrato de las obras incluidas en el presente Proyecto, se regulará según lo preceptuado en las normas que a continuación se relacionan:

- Ley 09/2017, de 08 de noviembre, de Contratos del Sector Público.

- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre.
- Ley 25/2013, de 27 de Diciembre, de impulso de la factura electrónica y creación del registro contable de facturas en el sector público.
- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado. Decreto 3854/1970 de 31 de Diciembre, en lo que no haya sido modificado
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, 31/1995, de 8 de Noviembre.
- Reglamento de Prevención de Riesgos Laborales (Real Decreto 39/1976 de 17 de Enero).
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 7/2007, de 9 de Julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de la Junta de Andalucía.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

#### 1.4.2 PRESCRIPCIONES PARTICULARES

En aquellas cuestiones que no se hallen explícitamente reguladas en las Prescripciones Técnicas presentes, serán de aplicación aquellas prescripciones aplicables al tipo de obra de que se trate contenidas en:

Pliego de Prescripciones Técnicas, Económicas y Particulares que se establezca para la contratación de estas obras.

Guía Técnica para la clasificación de presas (noviembre -2021)

Directriz Básica de Planificación y protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones (BOE 14-02-1995)

Normas Técnicas de Seguridad para Presas y sus Embalses (RD 264/2021. BOE 14-04-2021)

Reglamento de Dominio Público hidráulico (RD 849/1986, de BOE 11-04-1986.)

Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

Código Estructural (CE), aprobada por Real Decreto 470/2021, de 29 de Junio. Código Técnico de la Edificación

Eurocódigos:

UNE-EN 1990:2019 – Bases de cálculo de estructuras.

UNE-EN 1992:2010 – Proyecto de estructuras de hormigón.

UNE-EN 1993:2013 – Proyecto de estructuras de acero.

UNE-EN 1994:2013 – Estructuras mixtas.

Instrucción para la recepción de Cementos (RC-16), aprobada por Real Decreto 256/2016 de 10 de junio y Normas UNE sobre métodos de ensayo, definiciones, denominaciones y especificaciones de los cementos y sus componentes referenciados en la Instrucción RC-16.

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua, Orden Ministerial de 28 de Julio de 1974.

Norma UNE-EN 545 de Tubos y accesorios en fundición dúctil y sus uniones, para canalizaciones de agua. Prescripciones y métodos de ensayo.

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

Norma INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial "Esteban Terradas") de la C16 sobre barnices, pinturas, etc.

Reglamento electrotécnico de baja tensión, e instrucciones complementarias. Decreto nº 842/2002 de 2 de agosto.

Normativa vigente de cada una de las compañías de servicios cuyas infraestructuras se repongan o protejan.

Reglamento técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses.

En general, cuantas prescripciones figuran en los Reglamentos, Normas e Instrucciones Oficiales que guarden relación con obras del presente Proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

Si algunas de las normas anteriormente relacionadas regulan de modo distinto algún concepto, se entenderá de aplicación la más restrictiva. De manera análoga, si lo preceptuado para alguna materia por las citadas normas estuviera en contradicción con lo prescrito en el presente Documento, prevalecerá lo establecido en este último.

Las contradicciones que puedan existir entre los distintos condicionados, serán resueltas por la Dirección de Obra, que así mismo determinará, la normativa más restrictiva en caso de contradicción.

## 1.5 RESIDUOS

Ley 7/2022 de 8 de abril de Residuos y Suelos contaminados para una economía circular.

Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Decreto 99/2004 de 9 de marzo por el que se aprueba la revisión del Plan de Gestión de residuos peligrosos de Andalucía.

Decreto 131/2021 de 6 de abril por el que se aprueba el Plan director territorial de residuos no peligrosos de Andalucía.

Real Decreto 73/2012 de 20 de marzo por el que se aprueba el Reglamento de residuos de Andalucía.

Ley 7/2007 de 9 de julio de Gestión integrada de la Calidad Ambiental. Directiva 2014/955/UE 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.

## 1.6 MEDIOAMBIENTE

Las medidas que se han implementado en el proyecto para conseguir su integración y sostenibilidad ambiental, se recogen en el Anejo 24 Estudio de Impacto 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:

### 1.6.1 DIVULGACIÓN Y FORMACIÓN EN BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

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

En este sentido, se incorporan acciones concretas de divulgación y formación en buenas prácticas agrarias, dirigidas a los miembros de la Comunidad de usuarios del agua beneficiaria de la obra, que se desarrollarán antes de hacerse entrega de la misma. Se trata de una medida preventiva en la fase de ejecución 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.

El programa formativo que se aplicará incluye:

#### **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:

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

Según las características de los proyectos y las directrices implementadas, se integrarán los cursos formativos específicos que complementen y amplíen la formación general recibida. Para el proyecto objeto de análisis se pretende impartir la formación específica siguiente:

## CURSO ESPECÍFICO 1: Establecimiento de sistemas de monitorización por sensores de potencial matricial y contenido de humedad del suelo

Se impartirá un curso denominado “Sensores para la medida del potencial o contenido de agua en el suelo: Instalación, mantenimiento e interpretación de las lecturas” que engloba todas las especificaciones científico-técnicas recogidas en la directriz 1 para el establecimiento de sistemas de monitorización del contenido de humedad del suelo mediante sensores.

El curso contiene aspectos específicos sobre la adecuada instalación y el uso e interpretación de datos procedentes de los distintos dispositivos que sirven de apoyo para una gestión eficiente del agua en el perfil de suelo afectado por el riego (por goteo o por aspersión).

Los objetivos principales del curso de formación son:

1. Conocimiento de los sensores de medida de contenido de agua en el suelo (selección de los puntos más adecuados para situar dichos sensores y consideraciones para su instalación y mantenimiento) a fin de mejorar la eficiencia en el uso del agua y fertilizantes, sin que se produzcan mermas productivas o detrimento de la calidad de las cosechas obtenidas. Se contemplará la posibilidad de ofrecer una visión más detallada del conjunto de sensores que se encuentren implementados en la comunidad de regantes en donde se imparta la formación.

2. Interpretación de los datos que proporcionan los sensores con el fin de programar con precisión tanto la dosis como el momento de aplicación óptimo de un riego, satisfaciendo así las necesidades hídricas del cultivo en cada época del año y fase de desarrollo.

## CURSO ESPECÍFICO 2: Establecimiento de sistemas colectivos de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua de riego

Por un lado, se tratarán aspectos relacionados con el control de la calidad de las aguas de entrada en los sistemas de riego cuando se trate de aguas procedentes de fuentes alternativas y, por otro lado, información relativa al control de la calidad del agua de salida, es decir, de los retornos de riego (distinguiendo si estos drenan a cauces superficiales o subterráneos).

Los objetivos principales de estos cursos de formación son:

1. Conocer la normativa vigente, europea, nacional y de las comunidades autónomas en materia relacionada con la contaminación difusa de fuentes agrarias.

2. Sensibilizar al sector agrario sobre los problemas que las malas prácticas agrícolas en riego y fertilización tienen sobre el medio ambiente, y, en especial, sobre las masas de agua que reciben los retornos de riego.

3. Dotar al sector agrícola de regadío de los conocimientos básicos sobre cómo implementar una red de control de calidad de los retornos de riego, las infraestructuras que lo componen, los sensores y equipos más comunes, así como prácticas de mantenimiento de la red.

4. Ayudar a interpretar los datos que proporciona la red para establecer cambios en las prácticas culturales (riego y fertilización, especialmente).

5. Estrategias para reducir el impacto ambiental de la actividad agraria mediante prácticas de riego y fertilización adecuadas.

El contenido formativo está dividido en tres cursos específicos. El primero está orientado a la determinación de la calidad del agua de entrada en zonas con uso de fuentes de agua no convencionales y, el segundo y tercer curso, a la implementación de una red de control en drenajes superficiales y subterráneos, respectivamente. Son los siguientes:

### **Estaciones de control de calidad de las aguas de entrada de riego provenientes de fuentes alternativas, EDAR, desalinizadora o mezcla.**

Curso de formación específica sobre el contenido de la directriz 2 del CSIC.

El objetivo general es ofrecer un conocimiento general sobre la normativa vigente sobre calidad del agua para riego, de los elementos que debe incorporar una estación de control de la calidad del agua de origen no convencional, haciendo especial énfasis en los requerimientos para que pueda utilizarse como agua de riego, en la infraestructura y sensores necesarios, así como en su mantenimiento.

### **Estaciones de control de retornos de riego con drenaje superficial. Elementos y sensores. Normativa vigente.**

Curso de formación específica sobre el contenido de la directriz 2 del CSIC. Curso que ofrece un conocimiento general sobre la normativa de calidad de agua, de los elementos que debe tener una estación de control de los retornos de riego con drenaje superficial, haciendo especial énfasis en las infraestructuras y en los sensores que las equipan.

### **Estaciones de control de retornos de riego con drenaje subsuperficial. Elementos y sensores.**

Curso de formación específica sobre el contenido de la directriz 2 del CSIC.

El objetivo del curso es aportar un conocimiento general sobre los elementos que debe tener una estación de control de los retornos de riego que drenan a aguas subsuperficiales, haciendo especial énfasis en las infraestructuras y en los sensores que las equipan.

Los contenidos y programa formativo de los cursos se recogen detalladamente en el apartado correspondiente del Plan de Vigilancia Ambiental en el presente documento.

### **CURSO ESPECÍFICO 5: Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ecológica de los paisajes agrarios de regadíos.**

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 con los siguientes 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.

Así mismo, la Junta Central de Usuarios tiene establecido con la Universidad de Almería, un convenio “Catedra del Agua” para fomentar la investigación y la innovación en materia de regadíos. También la CCRR Tierras de Almería, tiene firmados varios convenios para desarrollar labores de investigación y mejora de los regadíos con el IFAPA.

## 1.6.2 ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN POR SENSORES DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL SUELO

El riego es el factor principal en la producción y calidad de cultivos en áreas de clima árido y semiárido. Su manejo adecuado es clave para reducir los costes de producción y los riesgos de contaminación, dado que riegos excedentarios suponen un incremento en el coste del agua y lavados de fertilizantes que contaminan los acuíferos por lixiviación. Para una gestión eficiente del agua en todo el perfil de suelo afectado por el riego (goteo/aspersión) es necesario, por tanto, el control del contenido de humedad en el suelo.

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 concreto, se ha desarrollado según la Directriz Nº 1. La finalidad de esta primera directriz es recoger las instrucciones científico-técnicas para la implantación de medidas relacionadas con los sistemas de monitorización por sensores de medida del contenido volumétrico y/o potencial matricial de agua en el suelo (sensores y unidad de telecontrol). Para su consecución se han definido los siguientes objetivos:

- i) Definir los requisitos de viabilidad en función del suelo y cultivos.
- ii) Diseñar el sistema a nivel de CCRR: distribución, número mínimo de sensores, etc.
- iii) Establecer las especificaciones técnicas de los equipos a instalar.
- iv) Explicar la metodología de lectura e interpretación de los datos y su aplicación.
- v) Determinar los contenidos para la formación en Buenas Prácticas Agrarias (BPA).

Las medidas recogidas en esta directriz contemplan el principio de “no causar perjuicio significativo al medio ambiente” (DNSH; de las siglas en inglés) dado que se enmarcan en los conceptos de “utilización y protección sostenibles de los recursos hídricos” y “prevención y control de la contaminación”, recogidos en el Reglamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo (“Reglamento sobre taxonomía”) del que se deriva la necesidad de invertir en sistemas de riego más sostenibles y eficientes que requieran menos agua (dando lugar a una reducción de la escorrentía de nutrientes a las aguas subterráneas) y en la necesidad de apoyar a los agricultores para que cambien a prácticas de gestión del fertirriego con menores necesidades de agua.

Se realiza una descripción detallada de la implementación de esta medida en el anejo de telecontrol de la memoria del proyecto. A continuación, se extrae la información relativa a la implementación de la directriz:

- Instalación en sistemas de riego por goteo:

A efectos prácticos, como norma general, la primera premisa a tener en cuenta es controlar la humedad de manera obligatoria a 2 profundidades de suelo en todos los cultivos (hortícolas o leñosos) de forma que se garantice un adecuado manejo del riego mediante el control del contenido de agua en la zona de máxima actividad radicular y a una profundidad de suelo que sobrepase la capacidad de extracción radicular, de modo que pueda servir de referencia para conocer si se está realizando una adecuada gestión del riego en su cultivo o, por el contrario, se produce una percolación de agua a horizontes más profundos del suelo. Por tanto, como regla general en todos

los cultivos regados por goteo superficial, se establecerán 2 profundidades estándar de control de la humedad del suelo, que se situarían en unos 25 (rango de 20-30 cm) y 50 (rango de 45-60 cm) cm de profundidad. En cultivos leñosos, debido a que éstos tienen capacidad de extraer agua a las 2 profundidades anteriormente señaladas, se obligaría a realizar una medida adicional de la humedad del suelo a una profundidad que puede oscilar entre 70 y 90 cm, según el tipo de textura del suelo y su profundidad máxima, para seguimiento y control óptimo del drenaje, lavado de sales y lixiviación de fertilizantes.

Superficie regable total: 2.380 ha.

Se plantea una alternativa de cultivos para conocer las necesidades de riego con las cuales se dimensiona la red de riego. Actualmente, toda la superficie de riego se encuentra cultivada en invernaderos siendo los cultivos los mostrados en la tabla anterior, y, por lo tanto, a efectos de cálculo del número de equipos a instalar para el control de la humedad en suelo, se considera un 100% de cultivo hortícola.

Aplicando la Directriz Nº 1, se estima el número mínimo de equipos necesarios para cada zona de cultivo:

Teniendo en cuenta que la zona del proyecto SI es vulnerable a nitratos:

$$N^{\circ} \text{ equipos riego goteo} = \text{asp. hortícola (ha)} \times \left( \frac{4 \text{ equipos}}{50 \text{ ha}} \right) = 2.380 \text{ ha} \times \frac{4 \text{ equipos}}{50 \text{ ha}} = 190 \text{ equipos} \quad ?$$

Aplicando la Directriz 1 en su totalidad, se requiere un mínimo de 190 equipos de control de humedad en el suelo (con sondas a dos profundidades).

Se han solicitado presupuestos a distintas casas comerciales para el suministro de los equipos de monitorización. Hay varias posibilidades en cuanto a las prestaciones de registro y envío de datos. El precio obtenido para cada punto de control en función del número de profundidades de medición, incluyendo accesorios necesarios para su correcto funcionamiento como la unidad datalogger, suministro, instalación y alquiler de software es de 1.846,64 €.

SUPERFICIE TOTAL					
Tipo riego	Tipo cultivo	Superficie (ha)	Nº equipos	Precio medio(€/ud)	Coste medio (€)
Goteo	hortícola	2.380	190	1.846,64	350.861,6
<b>Tota l</b>					<b>350.861,6</b>

Por presupuesto insuficiente, se toma el criterio de reducir la superficie al 25% del total, tal y como contempla la directriz 1.

Se aplicará la recomendación de la propia directriz, para estos casos:

“Localizar una zona concreta en la que se pueda realizar una monitorización demostrativa para el resto de la comunidad de regantes, con una superficie de al menos el 25% del total de la comunidad. La zona elegida debe ser lo más representativa posible, englobando la máxima variabilidad de características físico-químicas del suelo y, también, de cultivos representativos de esa comunidad de regantes”.

Se aplica a una zona concreta la monitorización demostrativa para el resto de la comunidad de regantes en una superficie del 25%.

Según el servicio de infraestructura de datos espaciales ((IDE) la zona del proyecto, es zona vulnerable a contaminación por nitratos.

Tomando un 25% de las hectáreas totales dependiendo del tipo de cultivo:

Se dividen en agrupación de parcelas de 50 ha, instalando 4 unidades de equipo, a 2 profundidades en cultivos hortícolas.

$$N^{\circ} \text{equipos riego goteo} = 25\% \times \text{asp. hortícolas} (ha) \times \left( \frac{4 \text{ equipos}}{50 \text{ ha}} \right) = 0,25 \times 2.380 \text{ ha} \times \frac{4 \text{ equipos}}{50 \text{ ha}} = 48 \text{ equipos}$$

Por lo tanto, el número de equipos a instalar serán 48 equipos con sondas a 2 profundidades en la zona de riego por goteo.

SUPERFICIE TOTAL					
Tipo zona	Tipo riego/cultivo	Superficie x 25%(ha)	Nº equipos	Precio(€/ud)	Coste medio (€)
Vulnerable a nitratos	Goteo	595	48	1.846,64	88.638,72
<b>Total</b>					<b>88.638,72</b>

- Instalación en sistemas de riego

Riego por goteo cultivo herbáceo:

Se controlará la humedad en 2 profundidades.

- 1 profundidades: (rango 20-30cm)
- 2 profundidad: (rango 50-60 cm)

- Especificaciones técnicas de las sondas de humedad a instalar

Características:

- Calibración estable comprobada
- Rango de medición de 0 a 239 cb (kPa)
- Totalmente estado sólido
- No se disuelve en el suelo
- No es afectado por bajas temperaturas
- Compensado internamente para los niveles de salinidad encontrados comúnmente
- Económico, fácil de instalar y usar
- Compatible con dispositivos de lectura de AC o DC (requiere circuito especializado)

Especificaciones –

MATERIALES: Tapas de plástico ABS con cuerpo de acero inoxidable sobre una matriz granular cubierta con tela hidrófila.

#### CABLES CONDUCTORES: AWG 20, 2 terminales

- Metodología de lectura e interpretación de los datos y su aplicación, software de gestión

Para la interpretación de datos lo que debe primar es la evaluación técnica y homologación de los equipos utilizados en cada caso en cuestión, creando un modelo de certificación de los datos obtenidos extrapolables a cualquier zona.

Es importante señalar que, en el caso de no disponer de una calibración de los sensores en el terreno en el que se instalen, se recomienda emplear valores relativos frente al máximo registrado (dividiendo las lecturas del sensor entre el valor máximo registrado por el propio sensor durante la época de lluvias). Además, podemos indicar que la evolución en el tiempo de los registros que ofrecen estos sensores supone una valiosa información para determinar si el riego durante la campaña fue adecuado o no.

Se recomienda, para analizar los datos de contenido volumétrico de agua en el suelo, seguir los siguientes pasos:

Un personal responsable de cada Comunidad de Regantes debe supervisar la recogida de datos de las medidas de los equipos instalados y también de las aplicaciones de riego diarias/semanales realizadas en la parcela durante un período de tiempo suficientemente representativo (por ejemplo, periodicidad bimensual) para su posterior análisis.

Tras el análisis de esta información, se podría conocer si se está llevando a cabo un uso óptimo de la información generada en la gestión del riego de la parcela del comunero de cada CR.

En este sentido, se debe presuponer que el personal técnico adaptará la toma de decisiones en la programación del riego a partir de las medidas que obtenga de los equipos, desechando o dando mayor valor a los sensores que él crea que peor o mejor están relacionándose con el estado hídrico y desarrollo del cultivo (se parte de la premisa de que el personal técnico siempre tiene en consideración las medidas de los sensores para la programación del riego).

A partir de dicha información, informen de las recomendaciones de riego al agricultor para que éste decida finalmente la dosis de riego a aplicar.

Para corroborar y/o poder adoptar una decisión apropiada, la recomendación sería realizar una lectura rápida de las medidas de contenido volumétrico de agua en el suelo, y si estos valores superaran el 40% de humedad, al ser muy elevados (bajo la premisa de un suelo de textura franco-arcillosa y adecuada calibración a la solución del suelo) podría tener indicios de posible sobre-riego del cultivo. En el caso de cultivos leñosos, la medida del sensor a la máxima profundidad (70-90 cm) sería de gran utilidad para poder tomar una decisión al respecto. En el caso de que no se disponga de una calibración de las sondas, se debe relativizar el valor frente al máximo registrado. Por ejemplo, si a 25 cm el valor máximo es 50%, una lectura de 40% supondría un 0.8. Cuando el valor de esta sonda baje de 0.7 se debería regar (no obstante, los umbrales deben fijarse dependiendo del cultivo y el tipo de suelo).

Hay que tener en cuenta que la saturación máxima es del 50-52% en suelos de textura franco-arcillosa, y que estos valores únicamente se podrían alcanzar en niveles muy superficiales del perfil de suelo y justo después de regar o tras una lluvia copiosa.

La arquitectura de las plataformas tecnológicas se define bajo las siguientes premisas:

Agnóstica: es capaz de procesar distintas fuentes de datos generados en cualquier fuente de origen, con independencia de suministradores o tecnologías.

Interconectividad: se debe poder comunicar con otras plataformas o soluciones.

Escalable: fácil integración de nuevos elementos o módulos sin alterar el funcionamiento crítico y continuo del servicio. Rendimiento estable ante crecimiento de los datos procesados y archivados (históricos).

### 1.6.3 ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN AUTOMÁTICA PARA EL CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUA Y LOS RETORNOS DE RIEGO

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 concreto, se ha desarrollado según la Directriz Nº 2, describe los procedimientos para establecer una red de control de calidad de las aguas de riego y sus retornos. Estas redes contribuyen al cumplimiento de las Directivas vigentes, Comunitarias y Nacionales, sobre protección de aguas, y, específicamente, a dos de los objetivos del principio de no hacer demasiado daño al medio ambiente (DNSH, “Do Not Significant Harm”): 1) el uso sostenible y la protección de los recursos hídricos (continentales y marinos) y 2) el de la prevención y control de la contaminación, reduciendo la emisión de contaminantes a las aguas y los suelos.

La comunidad de regantes Tierras de Almería cuenta con un sistema de sondeos distribuidos en su superficie regable gracias a los cuales es posible conocer el estado de las aguas naturales contenidas en el acuífero de forma actualizada.

POZOS TIERRAS DE ALMERÍA				
LISTADO	MINAS	PROF	ED50 X	ED50 Y
1	418	300	518607	4073607
2	406	300	517554	4073262
3	426	300	517872	4073289
4	428	300	517105	4073070
5	427	300	516928	4073175
6	434	300	518101	4073419
7	386	110	518991	4065435
8	392	110	520573	4066342
9	376	88	520414	4066878
10	408	110	520318	4066708
11	404	110	518160	4066140
12	86	16	518110	4069490
14	96	57	519900	4066970
16	372	110	519295	4065961
17	414	110	520700	4067230
20	433	200	520530	4066230
21	84	150	518022	4069121
26	425	250	517641	4072861

Se deberá realizar un estudio hidrogeológico que evalúe la idoneidad de los sondeos anteriormente descritos, de modo que se seleccionen, como mínimo, 2 puntos de control pertenecientes a Tierras de Almería. Estos sondeos deberán contar con una profundidad a determinar por el estudio hidrogeológico, en principio no mayor a 30 m.

Será en estos puntos de control donde se lleven a cabo los sucesivos ensayos que, siguiendo las indicaciones de la Directriz Nº2, analicen la calidad del agua empleada en el riego, sus retornos y, en especial, su impacto en el agua contenida del acuífero. Así mismo, se evalúa la calidad del agua de riego instalando estaciones de control en los pozos y balsas.

Para el análisis de la calidad de las aguas, se ha considerado la instalación de dos equipos de control compuestos por un sensor de ion selectivo para medición de amonio, nitratos, potasio y cloruros, sondas de nivel, presión, conductividad y temperatura, así como una estación tipo 1 (según descripción del Anejo 14 Telecontrol) para la lectura y envío de la información.

Adicionalmente, la Junta Central de Usuarios del Acuífero del Poniente Almeriense (JCUAPA) colabora con la Universidad de Almería en el proyecto de la Cátedra del Agua, destinado al estudio de los beneficios ambientales, económicos y sociales que conlleva el uso de agua regenerada en el riego y que, entre otros objetivos contempla:

- La monitorización de la calidad del agua regenerada utilizada para uso agrícola.
- Ensayos de campo en invernaderos bajo condiciones reales.

En el mencionado convenio la JCUAPA se compromete a promover la investigación innovación y docencia sobre el uso sostenible del agua, y las actuaciones previstas en este proyecto son un buen ejemplo de ello.

El proceso de control establecido en la Directriz Nº2 se verá facilitado y completado pues por las actuaciones y prácticas que en dicha Cátedra del Agua se planteen.

#### 1.6.4 HIDROSIEMBRA EN LOS TALUDES DE LA Balsa

Sin las medidas adecuadas, en las balsas, los taludes pueden verse sometidos a las acciones erosivas ejercidas por el viento y por la escorrentía superficial durante las lluvias. Esto conlleva la pérdida progresiva de suelo en dichos taludes debido a su ligera pendiente y que además puede verse agravada por la ejecución de las canalizaciones enterradas de la nueva instalación fotovoltaica al modificar la estructura del terreno.

Se diseña la realización de una hidrosiembra en la parte exterior de los taludes de cada una de las balsas como medida para el control de la erosión y la conectividad hidrológica. A través de la restauración de la cobertura vegetal se pretende conseguir mitigar los efectos que genera el agua de escorrentía ocasionada por las lluvias al circular por los taludes carentes de vegetación y que se ve acentuada por la pendiente que estos presentan.

- Prescripciones técnicas para la ejecución de la hidrosiembra

La hidrosiembra consiste en una mezcla de semillas de especies herbáceas y leñosas, mulch, abonos y estabilizantes vehiculizados en agua mediante la aportación al sustrato por presión que se proyecta directamente sobre los taludes de la balsa.

A continuación, se establecen las directrices determinantes para la correcta ejecución material de la hidrosiembra en los taludes de la balsa:

Las mezclas de semillas se compondrán fundamentalmente de gramíneas y leguminosas. Las gramíneas o poaceas formarán la mayoría de la biomasa de las comunidades herbáceas aportadas con la hidrosiembra. Las leguminosas se emplean por su gran interés ecológico, al fijar nitrógeno atmosférico, mejorando el suelo.

La proporción adecuada de la mezcla es, aproximadamente, de dos gramíneas por cada leguminosa, siempre referido al número de semillas y no al peso, ya que cada especie presenta un tamaño diferente de semilla.

La dotación mínima de semilla que se establece para la hidrosiembra es de 30 g/m<sup>2</sup>. Se propone esta dotación ya que la vegetación se asentará sobre terrenos delicados por motivos de pendiente y cuya susceptibilidad al lavado será mayor.

Para hidrosiembra se utilizará la máquina denominada hidrosembradora, que distribuirá la mezcla de semillas, junto con agua, mulch, abonos y estabilizantes.

Se realizará un el mulching de forma manual con paja de cereal, pendientes repartido en fajas por curva de nivel de ancho entre 20 y 30 m. Se distribuirá con autocargador forestal desde el punto de acopio al punto de esparcido y se extenderá de forma manual sobre los taludes. La densidad de la paja se considera de 2,5 t/ha.

- Ejecución de la hidrosiembra

El proceso, descrito cronológicamente, consistirá en:

Llenar el tanque de la hidrosiembra con agua hasta cubrir la mitad de las paletas del agitador; en este momento incorporar el mulch y esperar algunos minutos hasta que se haya extendido en la superficie del agua sin formar bloques o grumos que puedan causar averías en la máquina al ponerse en marcha el agitador.

Poner en movimiento las paletas del agitador y continuar llenando el tanque hasta los 3/4 de su capacidad, al tiempo que se introduce en el interior del tanque las semillas y los posibles abonos prepara siembras.

Colocar en forma conveniente la hidrosiembra con relación a la superficie a sembrar e iniciar la operación de siembra. Uno o dos minutos antes del comienzo, acelerar el movimiento de las paletas de los agitadores para conseguir una mejor homogeneización de la mezcla.

A los 6 meses de realizar la hidrosiembra, es importante valorar la necesidad de realizar una nueva resiembra en las zonas donde no se alcance una cobertura del 90%. En climas mediterráneos, las mejores épocas para realizar las hidrosiembras son el comienzo de la primavera y el final del otoño.

- Selección de especies

Consiste en la siembra de semillas de especies herbáceas aportadas al sustrato mediante presión de una mezcla de semillas, mulch, abonos y estabilizantes vehiculizados en agua.

Por lo general las mezclas de semillas se componen fundamentalmente de gramíneas y leguminosas. Las gramíneas o poaceas forman la mayoría de la biomasa de las comunidades herbáceas. Las leguminosas se emplean por su gran interés ecológico, al fijar nitrógeno atmosférico, mejorando el suelo.

La proporción adecuada de las mezclas es, aproximadamente, de dos gramíneas por cada leguminosa, siempre referido al número de semillas y no al peso, ya que cada especie presenta un tamaño diferente de semilla.

Las semillas seleccionadas para las mezclas deben proceder de cultivos controlados por los servicios oficiales y se deben obtener según las disposiciones del reglamento técnico correspondiente. En todo caso, se priorizarán mezclas de especies autóctonas o adaptadas localmente siempre que sea posible y estén disponibles en el mercado, es preferible utilizar semillas propias de la zona de actuación o área geográfica cercana.

- El conjunto de especies vegetales que componen la mezcla de semillas para la hidrosiembra satisfacen los siguientes criterios:

- Tener un crecimiento inicial rápido para asegurar una cobertura vegetal rápida del suelo que asegure una protección rápida y persistente contra la erosión en las estaciones vegetativas posteriores.
- Tener un sistema radical denso en profundidad y/o en la superficie.
- Ser duraderas y persistentes, especialmente en condiciones que favorecen la erosión.
- Poder disponer de semilla en el mercado durante las épocas preferentes de siembra.
- Servir como plantas nutricias o refugio para polinizadores e invertebrados.
- En ningún caso se utilizarán las contenidas en el Catálogo Español de Especies Exóticas e Invasoras, publicado por el Ministerio para la Transformación Ecológica y el Reto Demográfico.

El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos incluidos en el documento Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

### 1.6.5 ESTRUCTURAS VEGETALES DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL PARA EL FOMENTO DE POLINIZADORES Y ENEMIGOS NATURALES

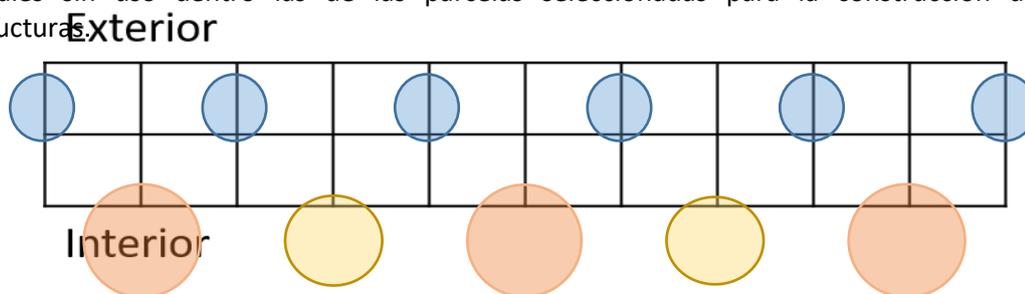
En el proyecto, como medida compensatoria, se contempla la revegetación de taludes y vallado perimetral en las balsas, así como el tramo aéreo de las conducciones que atraviesan el espacio RN2000 “Artos del Ejido” ES6110014 con especies autóctonas. En especial se revegetará con individuos de la especie *Maytenus senegalensis* (50%); en este sentido se ha establecido un acuerdo con un vivero local, para que se inscriba como “entidad colaboradora de la administración en materia de Calidad Ambiental (ECCAs) al objeto de poder “fabricar” las plantas protegidas precisas para la revegetación de las balsas, permitiendo la comercialización de especies de flora amenazada.

Adicionalmente se seleccionarán ejemplares de especies semiarbusivas como *Asparagus albus*, *Rhamnus oleoides*, *Witania frutescens*, *Aristolochia baetica*, *Ephedra fragilis*, *Chamaerops humilis*, *Rosmarinus officinalis*, *Genista umbellata*, *Lavandula multifida*, *Thymus baeticus*, *Teucrium capitatum*, *Salsola genistoides*, *Teucrium rupestricolum*, *T. eriocephalum*, *Teucrium almeriense*. Estas especies se seleccionarán en proporciones dependientes de la disponibilidad en vivero autorizado, asegurando en todo momento que la estructura vegetal estará constituida al 50% por al menos 3 especies autóctonas de las anteriormente citadas, o similares y el otro 50% consituído por *Maytenus senegalensis*.

La revegetación, buscará además de fomentar la presencia de polinizadores y enemigos naturales, minimizar el impacto visual de las obras realizadas y propiciar el aumento de biodiversidad vegetal y animal autóctona en la zona, ayudando a la recolonización de la fauna y flora auxiliar que brinden servicios ecosistémicos útiles para la agricultura de invernadero de la zona. Además, servirán para consolidar las poblaciones de *Maytenus senegalensis*, especie de especial interés en la región. Por otra parte, contribuirán a la revegetación de los taludes de la balsa, formando barreras para mitigar la erosión o escorrentía potencial. Estas estructuras vegetales contienen abundantes recursos florales para polinizadores y otras plantas que pueden ser beneficiosas para albergar poblaciones estables de enemigos naturales; para ello es necesaria una buena conexión entre las estructuras vegetales y las zonas naturales.

Se podrán ejecutar tanto plantaciones lineales como areales, dependiendo de la superficie disponible y las características físicas de la infraestructura.

Para el grueso de las plantaciones, se define un marco al tresbolillo, donde las líneas exteriores (más alejadas de la infraestructura) estarán compuesta por las especies de matorral arbustivo (*Rosmarinus officinalis*, *Genista umbellata*, *Lavandula multifida*, *Thymus baeticus*, *Teucrium capitatum*, *Salsola genistoides*, *Teucrium rupestricolum*, *T. eriocephalum*, *Teucrium almeriense* ...), y la línea interior por arbustos de porte mediano (*Asparagus albus*, *Rhamnus oleoides*, *Witania frutescens*, *Aristolochia baetica*, *Ephedra fragilis*, *Chamaerops humili* ...) intercalados con ejemplares de *Maytenus senegalensis*. La composición constará en todo momento de al menos 6 especies, 3 de matorral arbustivo y 3 de arbustos de porte medio, además de la ya citada *Maytenus senegalensis*. La distancia de plantación entre individuos de la misma línea será de 1-1,5 m dependiendo de las características del terreno. A su vez, se emplearán ejemplares de todas las especies seleccionadas, para ejecutar la plantación asociada a la charca y rellenar los espacios intersticiales sin uso dentro las de las parcelas seleccionadas para la construcción de las infraestructuras.



Marco de plantación general seleccionado (al tresbolillo). Azul: matorral arbustivo (0,5 m  $\emptyset$ ); amarillo: arbusto de porte mediano (0,75-1 m  $\emptyset$ ); rojo: *Maytenus senegalensis*. Cuadrícula: 0,75 m.

La planta utilizada procederá de viveros o establecimientos debidamente inscritos o, en su defecto, de aquellos otros viveros que garanticen la procedencia de las semillas, plantas y partes de planta de regiones o zonas con similares características ecológicas a los de la zona de actuación.

La época de plantación será bien en otoño (octubre–noviembre) o primavera (febrero–abril), dependiendo del final de las obras.

Se empleará planta de 1 a 2 savias en contenedor tipo pot forestal o similar que evite la espiralización de las raíces. La plantación se realizará al azar, procurando una distribución irregular, con hoyos de apertura manual, troncopiramidales, de 60x60x60 cm. Al final, deberán formarse unos setos o grupos arbustivos bajos con suficiente densidad para que sirva de refugio a la fauna local.

La plantación será manual y se realizará simultánea al tapado. Tras la plantación se realizará un primer riego de 10 l/hoyo.

Durante el primer año, a todas las plantaciones, se les aplicarán al menos 4 riegos con cisterna o cuba. En los cuatro años siguientes se realizarán dos riegos anuales.

El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos incluidos en el documento Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

### 1.6.6 MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA LA FAUNA EN BALSAS

Las balsas de riego suponen un riesgo para el ahogamiento de mamíferos, reptiles, anfibios y aves. Este riesgo afecta no solo a especies comunes sino también a otras de alto interés de conservación como rapaces. Las balsas más modernas, con paredes en talud, no están exentas de riesgo, especialmente aquellas con talud de elevada pendiente y superficie resbaladiza en las que una caída accidental implica un riesgo alto de ahogamiento.

El cerramiento de las balsas modernas es general, pero estos cerramientos son eficaces para impedir el acceso a humanos y a mamíferos de gran y mediano tamaño, no así con reptiles, anfibios, mamíferos de pequeña talla y aves. Aunque en este caso al disponer la balsa de un muro perimetral en coronación, este actúa de barrera para impedir la caída de cualquier animal al interior de la misma.

Mitigar el riesgo para la fauna en balsas e infraestructuras de riego asociadas. Las balsas de regulación son una infraestructura común en muchos regadíos que puede suponer riesgos de ahogamiento de gran número de animales. Para disminuir la probabilidad de ahogamiento, la balsa deberá incorporar infraestructuras que faciliten el escape en caso de caída accidental.

Se llevará a cabo la instalación de 5 escalas de salvamento en cada una de las balsas (10 en total) de malla cuadrada de nylon (30x30mm de 1,20 de ancho), de forma equidistante a lo largo del vaso, para asegurar el escape de la fauna en caso de caída accidental.

El cerramiento perimetral de acceso será el que se determine en la normativa de seguridad para impedir el acceso humano. Se deberá dejar al menos 1 m entre el límite del agua con la balsa completamente llena y el cierre perimetral, lo que permite espacio para la salida de los animales que hayan caído en la balsa. No obstante, se estudiará la viabilidad y seguridad de la instalación del cierre perimetral en la base del talud exterior de la balsa.

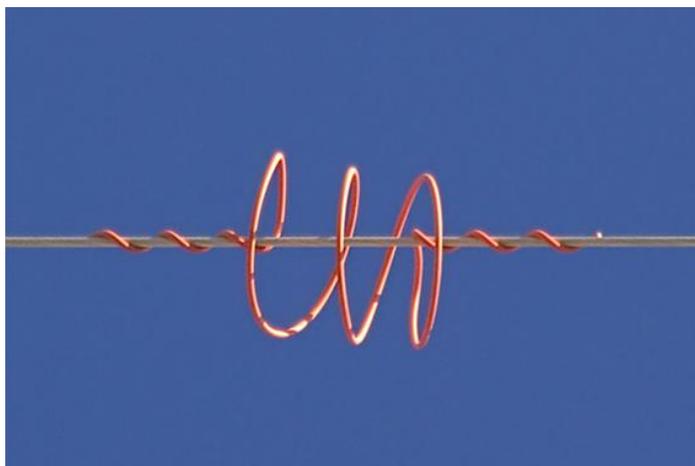
Las bocas de aspiración estarán cubiertas por una jaula de rejilla con el fin de evitar la aspiración de especies netamente acuáticas y anfibios. Se evitará la instalación de rejillas en salidas con función de aliviadero.

El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos incluidos en el documento Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

### 1.6.7 MITIGACIÓN DE RIESGOS POR LÍNEAS ELÉCTRICAS

Como medida cautelar para la prevención de daños potenciales a la avifauna local, se instalarán balizas salva pájaros tipo BESP, con las siguientes características:

- Modelo helicoidal de doble empotramiento (amarillo o naranja).
- Instalación manual.
- Cadencia, cada 5 metros en todos los conductores.



Balizas salva pájaros tipo BESP helicoidal.

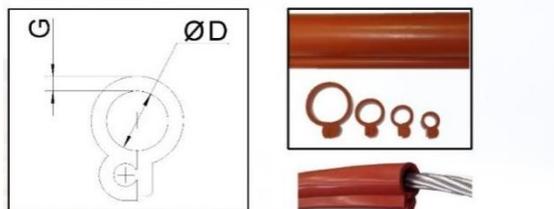
Asimismo, la instalación aplicará las medidas de prevención contra la electrocución.

Las instalaciones eléctricas del proyecto se han diseñado con arreglo a las medidas anti electrocución establecidas en la legislación vigente:

- Los apoyos que se emplearán serán de la serie UNESA 6704 A. en montaje tresbolillo con crucetas atirantadas y distancia entre ellas de 1,20 m.
- El aislamiento es tipo CS70AB-125/550 (polimérico) con longitud de aislamiento 460 mm y línea de fuga de 550 mm.
- Se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión.

CARACTERÍSTICAS NOMINALES DEL MATERIAL	
Denominación	Caucho de Silicona (Negro de carbón blanco)
Tipo	HTV. Componente de caucho de silicona sólido con vulcanización a elevada temperatura (180°C)
Modelo	110-2 (película molecular 60W a 65W)
Rev. Hidrófugo	Nivel Hc2 - WC2 de permeabilidad al agua
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.	
Inflamabilidad	HILO INC. 650°C (UNE 60695-2-11) LLAMA VERT. V0 (UNE 60695-11-10)
Densidad	>1,1 g/cm 3 (ISO-868)
Dureza	>50 Shore A (ISO-868)
Tensión de Rotura	>4N/mm 2 (EN 60811-501)
Alargamiento de Rotura	>200% (EN 60811-501)
Resistencia al Desgarro	>10N/mm 2 (UNE-HD-605)
Rigidez Dieléctrica	>18kV/mm (UNE 60243-1)
Resistencia al Ozono	250ppm (UNE 60811-403:2012)

Características físicas del material aislante para las medidas antielectrocución.



Modelo	D (mm)	G (mm)	Rollos	Um (kV) / Ø Conductor
SWP-12	12 +1/-0	3 +0,1/-0	20m	36 / ≤ 12
SWP-16	16 +1/-0	3 +0,1/-0	20m	36 / ≤ 16
SWP-22	22 + 1/-0	3,5+0,1/-0	20m	36 / ≤ 18
SWP-38	38 + 2/-0	4,0+0,1/-0	20m	36kV/≤32,8_45kV/≤18



Bridas de Acero Inox AISI-316  
4,6x0,25x200mm



Cinta de Silicona Autovulcanizable  
25mmx0,5mmx3m



Fig. A : Eficacia del Dispositivo SWP al cubrir arcos de Radio Reducido,

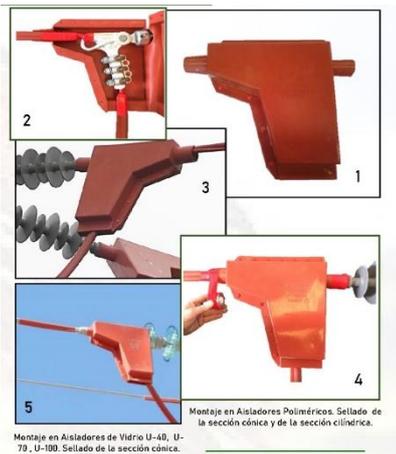


Fig. B

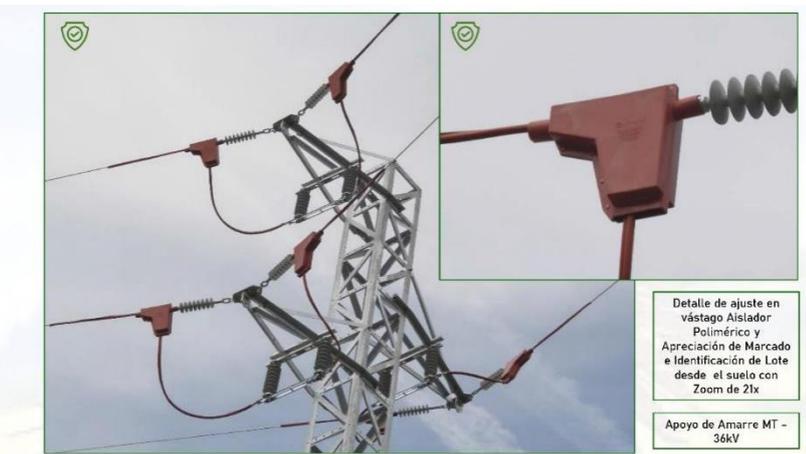
Formato de Suministro: Envases con Rollos de 20m

Materiales a emplear para el aislamiento.

- Se aislará 1 m de conductor LA56 a cada lado de las cadenas de amarre de los apoyos.
- Se aislarán las grapas de amarre entre el aislador y el conductor.



Montaje en Aisladores Poliméricos. Sellado de la sección cónica y de la sección cilíndrica.  
Montaje en Aisladores de Vidrio U-40, U-79, U-100. Sellado de la sección cónica.



Detalle de ajuste en vástago Aislador Polimérico y Apreciación de Marcado e Identificación de Lote desde el suelo con Zoom de 21x

Apoyo de Amarre MT - 36kV

Modelo elegido de funda preformada para grapas de anclaje y ejemplo de instalación del mismo

Las características de la línea eléctrica proyectada sobre la que se aplicarán las citadas medidas anticollisión y antielectrocución, así como el marco legal vigente al respecto puede consultarse en el Anejo 11 Fotovoltaica y Líneas eléctricas de la memoria del proyecto.

El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos incluidos en el documento Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

### 1.6.8 INSTALACIÓN DE REFUGIOS PARA MURCIÉLAGOS

Los quirópteros (murciélagos) son insectívoros que pueden contribuir significativamente al control de plagas. En las zonas agrarias intensivas existe poca disponibilidad de refugios para murciélagos. Esta medida está enfocada a incrementar la disponibilidad local de refugios artificiales. Existen evidencias de que esta medida contribuye a controlar plagas.

El principal problema de los refugios para quirópteros es la competencia de ocupación entre aves y murciélagos. Las cajas nido típicas con un pequeño agujero de entrada (diámetro 12-20 mm) favorecen la entrada de los murciélagos sobre aves, pero excluyen a las especies de murciélagos de mayor talla. En este sentido, se optará por la instalación de refugios específicos para murciélagos, cuyo acceso es a través de la base del refugio. La altura de colocación debe ser un mínimo de 3.5 – 4 m para dificultar el acceso a gatos y la vandalización por personas.

Se colocarán al menos 6 refugios que se mantendrán unidos al tronco de un árbol/palmera, en un poste o muro en zonas seleccionadas a lo largo de la zona regable beneficiada por el proyecto. Al ser los murciélagos gregarios, resulta adecuado distribuir los refugios en grupos (mínimo de 3) en los que las cajas individuales disten entre sí menos de 20 m. Es recomendable que los accesos a la caja estén despejados de ramas, cables y otros obstáculos.



Instalación de refugio para murciélagos. Obsérvese como el acceso está abierto en la base del refugio. Fuente: ANSE

A priori, se proyecta la instalación de 3 refugios para quirópteros en las inmediaciones de cada una de las balsas proyectadas. Para determinar la mejor ubicación de los refugios para

quirópteros se llevará a cabo un estudio previo de fauna por un técnico especializado y se solicitará asesoramiento a la Dirección General de Política Forestal y Biodiversidad de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía.

El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos incluidos en el documento Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

### 1.6.9 INSTALACIÓN DE CAJAS NIDO PARA AVES

Las cajas nido se colocan con una orientación entre N y SE con el fin de evitar el exceso de insolación o calor. La orientación S es la que recibe mayor insolación mientras que las orientaciones SW y W reciben una insolación similar a las E y SE pero en horas de mayor calor.

Las cajas nido se colocan sobre árboles y paredes. En el árbol pueden colgarse de una rama o atornillarse al tronco. La primera opción es preferible por dos razones: se evitan daños al árbol y dan una mayor seguridad al dificultar el acceso a predadores. La altura de colocación debe ser un mínimo de 3.5 – 4 m para dificultar el acceso a gatos y la vandalización por personas.

Cajas para pequeñas aves con frente abierto son apropiadas para especies como petirrojos, colirrojos o lavandera blanca. Por los hábitos de estas especies, estas cajas pueden instalarse en árboles o grandes arbustos que formen una buena cobertura alrededor de la entrada de la caja. Estas cajas se pueden situar a una altura algo menor que la indicada de manera general si se dispone de árboles o grandes arbustos con gran espesura en el ramaje.

Cajas para pequeñas aves a las que se accede a través de un agujero son apropiadas para especies como herrerillos o carboneros. El tamaño del agujero actúa como filtro de las especies que pueden criar. Para seleccionar sobre todo especies de marcado carácter insectívoro y evitar otras especies que pueden causar daños a las cosechas como los estorninos se recomienda que la entrada tenga un diámetro < 30 mm.

Con el objetivo de propiciar el incremento de la disponibilidad de espacios para la nidificación de las aves en la zona regable beneficiada por el proyecto, se procederá a la instalación de 10 caseta nido casetas-nido con acceso por agujero para pájaros tipo herrerillo y 10 casetas-nido de frente abierto para pájaros tipo petirrojo en el ámbito de la zona regable beneficiada por el proyecto, preferentemente en las inmediaciones de las infraestructuras proyectadas y zonas naturales o naturalizadas. Se recurrirá a soluciones disponibles en el mercado que garanticen su durabilidad y resistencias a las inclemencias del tiempo.

Para determinar la mejor ubicación de las cajas nido para aves se llevará a cabo un estudio previo de fauna por un técnico especializado y se solicitará asesoramiento a la Dirección General de Política Forestal y Biodiversidad de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía.



Ejemplo de las cajas nido propuestas. De frente abierto y con acceso por agujero, respectivamente

El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos incluidos en el documento Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

#### 1.6.10 INSTALACIÓN DE HOTELES PARA INSECTOS

Los refugios para insectos son popularmente conocidos como ‘hoteles’ para insectos o ‘bichos’. Son pequeñas estructuras que constan de agujeros, tubos o intersticios que permiten a los insectos utilizarlo como refugio, lugar de reproducción o invernada.

Los hoteles facilitan la presencia de abejas, avispas, tijeretas y un elenco de insectos predadores, de tal manera que dan soporte tanto a polinizadores como a enemigos naturales. Desde el punto de vista de la polinización y salvando las distancias pueden sustituir o complementar la instalación de colmenas de abejas domésticas que se da en algunos sitios como soporte a la polinización en cultivos o de abejorros en invernaderos.

La diversidad de estos refugios es muy alta. No se recomienda la instalación de estructuras grandes y complejas ya que resultan muy llamativas y por la falta de familiaridad con ellas podrían resultar fácilmente vandalizadas. Es preferible instalar estructuras similares a cajas nido para aves.

Los materiales empleados para su construcción, son variados. En los laterales, su estructura utiliza madera (cortes en discos de troncos, ramas, virutas), corteza, paja, heno, cañizos, bambús, broza, turba, etc. Como material de relleno, se utilizan ladrillos porosos perforados, terracotas (tanto de macetas de barro cocido como pipas a veces plásticas) y metales para los accesorios y posiblemente una pantalla de alambre para el acoplamiento de los materiales y como protección contra los pájaros.

La cubierta debe ser impermeable, a prueba de las inclemencias del tiempo. Es muy importante tener en cuenta que las celulosas y las maderas utilizadas se encuentren libres de productos químicos. La localización ideal para un refugio de insectos debe ser al mismo tiempo

soleada y bien protegida. Deben de situarse próxima arbustos y árboles, para cubrir sus requisitos alimenticios por lo que se definirá su localización in situ, una vez terminada la obra.



Diversos tipos de refugios para insectos. Fuente: McIvor & Packer (2015).

Se colocarán al menos un total de 20 hoteles para insectos, de forma individual, en un poste o muro en zonas seleccionadas a lo largo de la zona regable beneficiada por el proyecto. En cuanto a la localización, las normas para cajas de aves son adecuadas en este caso con alguna modificación. Se deben colocar con una altura mínima de 2.5 m para evitar la perturbación por animales domésticos, se pueden colocar en troncos, postes y paredes. Al contrario que las aves, las exposiciones insoladas (norte) deben ser evitadas. Es importante que no estén sobre árboles que reciban directamente tratamientos fitosanitarios, o adyacentes a cultivos en forma tal que cuando se realice el tratamiento el refugio para insectos pueda verse afectado.

Para determinar la mejor ubicación de los “hoteles” para insectos se llevará a cabo un estudio previo de fauna por un técnico especializado y se solicitará asesoramiento a la Dirección General de Política Forestal y Biodiversidad de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía.

El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos incluidos en el documento Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

### 1.6.11 CREACIÓN DE PUNTOS DE AGUA PARA MEJORAR LA HABITABILIDAD PARA LA FAUNA

Con esta medida se pretende conseguir fomentar la biodiversidad, actuando desde el proyecto para salvaguardar y fomentar la vida de los animales ofreciendo refugio y alimento a la fauna local y favoreciendo el asentamiento de poblaciones estables en la zona.

Como medida para mejorar la habitabilidad para la fauna en las inmediaciones de las balsas y como medida para la integración ecológica de las infraestructuras, se ha planteado, en la parcela donde se ubicará cada balsa, un espacio que será destinado a la creación de una charca, acompañada de la restauración de la cubierta vegetal, con plantaciones en su perímetro y entorno para proporcionar recursos a la fauna, particularmente a anfibios, reptiles, mamíferos y aves. A su vez, también beneficiará a los insectos que habiten en las cercanías, favoreciendo, de forma multifuncional, la colonización del área por parte de especies insectívoras controladoras de plagas. Por último, también servirá como punto de agua disuasorio para que un menor número de animales intenten acceder al agua acumulada en las balsas, apoyando así a las medidas de mitigación del riesgo para la fauna en balsas descritas anteriormente.

Las charcas contarán con una superficie de unos 50 m<sup>2</sup>, será de forma irregular. La apertura de la cubeta se realizará por medios mecánicos hasta alcanzar una profundidad máxima de 0,45 m, creando una pendiente suave que facilite la entrada y salida de la charca a los animales.

Dado que la ubicación escogida se caracteriza por ser un suelo con alta permeabilidad, las charcas deberán ser impermeabilizadas, con lámina de polietileno y cubierta posteriormente por una capa de 10 cm de tierra procedente de la excavación y pasada por un tamiz de luz 0,5 cm.

Durante la época estival las charcas permanecerán secas. El resto del año, en caso de sequía, se deberá canalizar el agua hasta las charcas desde un aliviadero u otra fuente de agua, bien mediante una pequeña canalización de tierra u hormigón de 25 cm de profundidad o bien con una tubería.

La localización de las charcas se realiza aprovechando la convergencia de la escorrentía natural del terreno, marcado por líneas de flujo de agua con evidente conectividad hidrológica, lo que facilitará su llenado en periodos de lluvia.

En el perímetro alrededor del agua se dispondrá de un cordón de piedras de distintos tamaños y aspecto naturalizado, procedentes de la excavación y del propio terreno, a modo de rocalla que servirá de refugio a reptiles, aves e invertebrados.

Se plantea la plantación de distintas especies vegetales por bandas (la misma selección de especies arbustivas de las revegetaciones, en función de sus requerimientos hídricos), siendo el objetivo de esta plantación poder disponer de una cubierta vegetal en el entorno a las charcas para dar cobijo en los inicios a la fauna que acuda a ellas y para dar sustento a especies de insectos polinizadores.

La plantación arbustiva se realizará al azar, procurando una distribución irregular, con hoyos de apertura manual, troncopiramidales, de 30x30x30 cm. Al final, deberán formarse unos setos o grupos arbustivos con suficiente densidad para que sirva de refugio a la fauna local. La presentación de las especies arbustivas, será de plantas de 1-2 savias en alveolo forestal o maceta.

La plantación será manual y se realizará simultánea al tapado. Tras la plantación se realizará un primer riego de 10 l/hoyo, con camión cuba o cisterna. Podrá complementarse con siembra a voleo en caso de que se hayan seleccionado especies cuya plantación sea mediante la siembra de semillas.

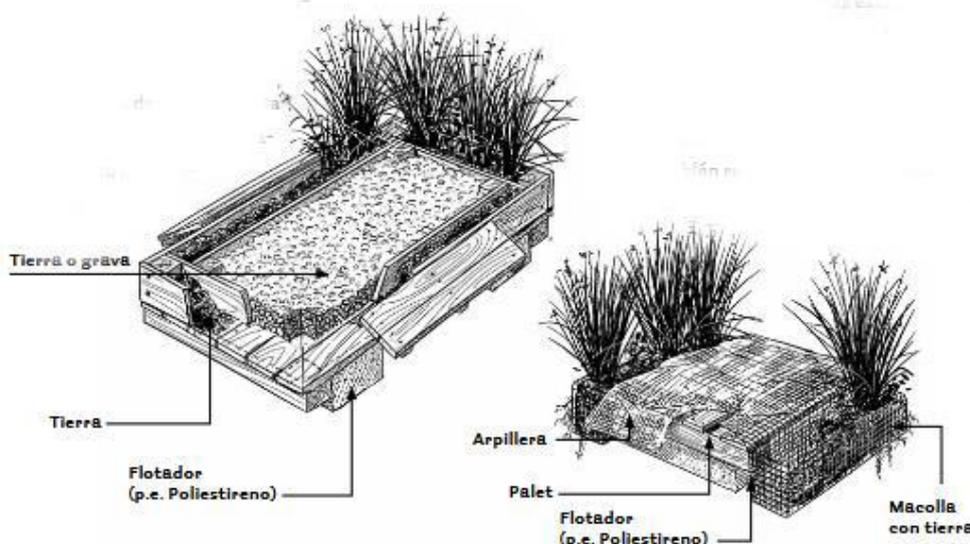
El diseño de este espacio se ha basado en las indicaciones obtenidas de las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones (CEBAS-CSIC), en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

### 1.6.12 MEJORA DE LA HABITABILIDAD DE LAS BALSAS PARA LA FAUNA

Durante los siglos XIX y XX los humedales españoles sufrieron una regresión muy importante lo que afectó a la población de aves acuáticas. La creación de distintas infraestructuras hidráulicas asociadas al regadío, particularmente las balsas, sirve para recuperar hábitats de alimentación y nidificación de especies de vertebrados e invertebrados, particularmente aves acuáticas. En el sureste de España se ha mostrado que las balsas de riego pueden ser cruciales para algunas especies de aves acuáticas (Sebastián-González et al., 2010), siendo además las balsas más naturalizadas las que tienen mayor atractivo para las aves. Estas funciones de soporte a la biodiversidad de estas estructuras artificiales se pueden potenciar sin afectar a su uso, mediante estructuras como islas artificiales.

Se instalarán un total de 4 islas flotantes en la Balsa Sur (debido a que la instalación fotovoltaica flotante de la Balsa Norte ocupará el espacio necesario para este tipo de infraestructuras) que constarán de una estructura con cuatro elementos básicos: flotadores, la superficie de la balsa, cubierta de tierra o grava y cajones o estructuras similares donde plantar vegetación helófitas. Los flotadores pueden construirse con distintos materiales como bloques de poliestireno, tubos de PVC estanqueizados e incluso tubos metálicos. Las islas podrán tener una forma irregular, y cubrirán una superficie de entre 10 y 15 m<sup>2</sup> cada una. La distancia respectiva entre las islas flotantes será tal que formen 1 o 2 grupos de islotes próximos entre sí.

Para la seguridad de la operación de la balsa el aspecto más importante es el anclaje de la balsa al fondo. Este anclaje debe constar de un anclaje de peso muerto al fondo y una cadena, así como una boya unida al anclaje de peso muerto por un cabo. El anclaje de peso muerto y el grosor de la cadena deben estar sobredimensionados de tal forma que la posibilidad de rotura y deriva de la isla sea prácticamente nula.



Diversos modelos de islas flotantes para balsas. Fuente: Manual práctico de balsas agrícolas.

Para determinar la mejor ubicación de las islas flotantes se llevará a cabo un estudio previo de fauna por un técnico especializado y se solicitará asesoramiento a la Dirección General de Política Forestal y Biodiversidad de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía.

El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos

incluidos en el documento Directrices científico-técnicas para la ejecución y mantenimiento de estructuras vegetales de conservación. Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

## 1.7 ARQUEOLOGÍA Y PATRIMONIO

### 1.7.1 LEGISLACIÓN

#### 1.7.1.1 NACIONAL

- Ley 16/1985 de 25 de junio de Patrimonio Histórico Español.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Ley 39/2015, de 1 de octubre, del procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.

#### REALES DECRETOS

- Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
- Real Decreto 2568/1986, de 28 de noviembre, Reglamento de Organización, Funcionamiento y Régimen Jurídico de las Entidades Locales.
- Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 23/1982, reguladora del Patrimonio Nacional.
- Real Decreto 64/1994 de 21 de enero por el que se modifica el Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 52 de 02/03/1994).
- Real Decreto 162/2002, de 8 de febrero, por el que se modifica el artículo 58 del Real Decreto 111/1986 de 10 de enero de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 35 de 09/02/2002).
- Real Decreto 600/2011, de 29 de abril, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.
- Real Decreto 214/2014, de 28 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.

#### 1.7.1.2 AUTONÓMICA

- Ley 14/2007, de 26 noviembre. Ley de Patrimonio Histórico de Andalucía.
- Ley 39/2015 de 01 de octubre del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.

#### DECRETO

- Decreto 4/1993, de 26 de enero, Reglamento de Organización Administrativa del Patrimonio Histórico Andaluz, con las modificaciones introducidas por el Decreto 379/2009, de 1 de diciembre.

- Decreto 19/1995, de 7 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de protección y fomento del patrimonio histórico de Andalucía.
- Decreto 155/1998, de 21 de julio, Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Decreto 168/2003, de 17 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas en Andalucía, con las modificaciones introducidas por el Decreto 379/2009, de 1 de diciembre.
- Decreto 108/2019, de 12 de febrero, por el que se aprueba la Estructura Orgánica de la Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico.
- Decreto 226/2020, de 29 de diciembre, por el que se regula la organización territorial provincial de la Administración de la Junta de Andalucía.

### 1.7.1.3 ACTUACIONES ARQUEOLÓGICAS

Las actuaciones arqueológicas tienen una serie de pautas que comienzan mandando a la Delegación Territorial de Turismo, Cultura y Deporte de Almería 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:

- Tras la finalización de las obras se redactará una Memoria Final en la cual se detallarán todas las actuaciones arqueológicas realizadas.
- Memoria Básica Final: cuando se producen 1 o 2 actuaciones (prospección, sondeos, raspado, seguimiento excavación).
- Memoria Compleja Final: cuando se producen más de 2 actuaciones (prospección, sondeos, raspado, seguimiento excavación).
- Los documentos que se presenten en Patrimonio deben contar, por lo menos, de los siguientes apartados.

### Proyecto Arqueológico:

- Antecedentes históricos de la zona.
- Yacimientos arqueológicos (Carta Arqueológica), elementos etnográficos y vías pecuarias de la zona.
- Bibliografía.
- Estudio geológico de la zona.
- Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.
- Descripción de la actuación arqueológica.
- Planimetría.
  - o Plano de proyecto.
  - o Plano actuación arqueológica/resultados.
  - o 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.
  - o Plano de proyecto.
  - o Planos de las actuaciones arqueológicas/resultados.
  - o Plano de la actuación arqueológica y de proyecto.
- Documentación administrativa (Adjudicación / Actuación / Resolución).

## 1.8 DIRECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS OBRAS

### 1.8.1 DIRECCIÓN DE LAS OBRAS

La dirección, control y vigilancia de las obras, así como las funciones y trabajos necesarios para el cumplimiento adecuado de esta misión, estarán centralizados y personalizados en la Dirección de Obra, o persona en quien delegue, que será el representante del PROMOTOR ante el Contratista.

### 1.8.2 FUNCIONES DE LA DIRECCIÓN DE OBRA

Las funciones de la Dirección de Obra en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras, que afectan fundamentalmente a sus relaciones con el Contratista, son esencialmente las siguientes:

Exigir al Contratista directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.

Garantizar que las obras se ejecuten ajustadas al Proyecto aprobado, o a las modificaciones debidamente autorizadas, y exigir al Contratista el cumplimiento del programa de trabajo.

Definir aquellas condiciones técnicas que el Pliego de Prescripciones deja a su decisión.

Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.

Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.

Obtener de los Organismos de la Administración competentes los permisos necesarios para la ejecución de las obras y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbre afectados por las mismas.

Acreditar al Contratista las obras realizadas conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.

Asumir en caso de urgencia y bajo su responsabilidad, la dirección de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.

Participar en las recepciones provisionales y definitivas y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.

El Contratista está obligado a prestar su colaboración a la Dirección de Obra para el normal cumplimiento de las funciones a ésta encomendadas.

### 1.8.3 INSPECCIÓN DE LAS OBRAS

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.



Las obras podrán ser inspeccionadas en todo momento por los representantes de la Dirección de Obra que ésta designe. Tanto la Dirección de Obra como el Contratista pondrán a su disposición los documentos y medios necesarios para el cumplimiento de su misión.

### 1.8.4 INFORMACIÓN Y 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:

- Un cartel provisional, durante la fase de construcción: 2,10 m x 1,5 m



- Una placa permanente en las instalaciones más representativas de la obra, durante la fase de explotación: 0,42 m x 0,42 m

<p><b>Título del Proyecto</b></p>	
<p>Actuación cofinanciada por la Unión Europea</p>	
<p><i>Europa invierte en las zonas rurales</i></p>	
<p>Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU</p>	<p><b>INVERSIÓN:</b></p> <p>Total €</p> <p>Cofinanciación UE %</p>

## 2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El presente Proyecto de Modernización de la zona regable Tierras de Almería (Almería) pretende dar uso agrícola al agua desalada proveniente de la desaladora del Campo de Dalías y de los pozos Norte de la Sierra de Gádor a la zona Sur donde se encuentra la mayoría de la zona de regadío de la Junta Central de Usuarios del Acuífero del Poniente Almeriense (JCUAPA). De este modo se conseguirá reducir las extracciones del Acuífero inferior, aumentar las del superior y contribuir de esta manera al Plan de recuperación de la Masa de agua que se encuentra declarada como sobreexplotada.

La Comunidad Tierras de Almería cuenta para satisfacer su demanda de riego con 6 pozos en Ejido norte y 3 pozos en Ejido sur. Los primeros presentan valores de conductividad eléctrica en torno a 0,45 dS/m y los segundos por encima de 2,5 dS/m. En la arqueta de rotura se procede a la mezcla de los caudales aportados por todos los pozos y se obtiene un agua de riego para reparto con C.E. próxima a 1 dS/m. Los pozos norte se sitúan a más de 12 km de la zona regable, mientras que los pozos sur se encuentran en las inmediaciones de la misma.

Las actuaciones que se llevarán a cabo en el proyecto son las siguientes:

- Conexión con la tubería de la desaladora dentro de la arqueta GADOR 1.
- Conexión con la tubería de unión de los pozos Norte.
- Balsa junto a los pozos Norte.
- Red de alta que conecta la mencionada Balsa Norte con la arqueta de rotura ya existente en la zona regable. Esta arqueta mezcla el agua procedente de la Balsa Norte con el agua procedente de los pozos del Sur.
- Balsa Sur.
- Red de distribución a los diferentes sectores de la Comunidad de Regantes Tierras de Almería.

- Planta Fotovoltaica de 787,05 kWp (114,4 kWp Flotante y 672,65 kWp hincada). Incluyendo centro de transformación, línea subterránea y aérea de media tensión de 20 kV y centro de seccionamiento.
- Turbina Hidroeléctrica de 77 kW para aprovechar la presión del aporte de la desaladora. Incluyendo línea aérea de baja tensión de 400 V.

## 2.1 CONEXIÓN CON LA TUBERÍA DE LA DESALADORA EN ARQUETA GADOR 1

Al objeto de poder disponer del agua desalada, las comunidades adscritas al proyecto realizan la conexión con esta tubería. Las características de la misma, vienen recogidas por convenio firmado entre la JCUAPA y Acuamed, y básicamente establecen una dotación de 210 litros/s de caudal máximo.

Esta dotación se realiza en continuo, y con una presión de 14-14,5 bar.

La presión de la tubería viene de la conformación de la red, en tanto dispone de varias balsas de regulación y presión para regular el suministro.

## 2.2 CONEXIÓN CON LA TUBERÍA DE UNIÓN DE LOS POZOS NORTE

Conducción existente mediante red telescópica en diámetros 250/400/600/700, sobre este último diámetro procedemos a conectar la red actual con la proyectada obra de toma pozos norte hasta la balsa. Suponen 168 metros de PRFV DN 800 SN 10.000 PN 16, que para un caudal máximo de 620 l/s significa una velocidad máxima de 1,7 m/s. Descarga a la atmosfera.

El punto de entronque se ejecuta mediante T bridas DN700 y bridas enchufe en los tres extremos. La válvula de seccionamiento de mariposa con mando reductor y carrete de desmontaje al pie del talud de la balsa norte, para alojar la arqueta fuera de caminos y con mejor accesibilidad. Ventosa DN150 en el punto alto, el entronque.

## 2.3 BALSA NORTE

Se construirá sobre las parcelas catastrales:

Parcela 130 pol. 7	16.450
Parcela 300 pol. 7	1.914 m <sup>2</sup>
Parcela 147 pol. 7	12.832
<b>Total</b>	<b>31.196</b>

### *Catastral y Superficies de la unidad de actuación Balsa Norte*

Básicamente, la balsa se dispondrá sobre la parcela 130 y 300. Se construirá semienterrada, siendo los diques de la balsa tendrán forma trapecial, con unos taludes interiores del vaso de 2 en horizontal por 1 en vertical (2H/1V). En el terraplén exterior del dique, taludes de 1,5 en horizontal por 1 en vertical (3H/2V) y de 1 en horizontal por 4 en vertical para la zona de desmonte exterior y escolleras de piedra colocada (1H/4V).

El sistema de impermeabilización de la balsa (fondo y taludes), constará de una geomembrana de polietileno de alta densidad de 2 mm y un geotextil de 500 gr/m<sup>2</sup>, cuya función es separar, drenar, filtrar y proteger a la geomembrana de una posible perforación, debido a la presencia de cantos en el terreno del vaso de la balsa.

La capacidad de la balsa permite en función del mes de mayor consumo de la comunidad.

Al objeto de evitar daños a la fauna salvaje, la balsa dispondrá de:

- Mallas de escape., se dispondrán dos equidistantes (los animales que caen, nadan hacia los bordes y desde estos en forma perimetral, por lo que encontrarán la malla y podrán salir.
- No se disponen elementos flotantes, en tanto en la balsa habrá fotovoltaicas y los sistemas de flotación, pueden ser utilizados por los animales para salir del agua.
- Las balsas estarán valladas mediante malla metálica soportada sobre postes.

Como medida ambiental, los taludes irán vegetados con fauna autóctona, en particular con artos (pendientes de conseguir autorización para trasplantar o sembrar) y azufaifo; también otras plantas xerofitas; y se dispondrán en la zona de los pozos, bebederos para fauna autóctona, diferenciando fauna menor y fauna mayor.

El objetivo de la balsa es:

- Recibir y almacenar el agua de conductividad baja, independizando la generación de la misma de la demanda de riego.
- Garantizar estabilidad en la conductividad del agua servida a los usuarios.
- Permitir el riego frente a la desconexión de las fuentes de suministro por razones de avería o mantenimiento.
- Posibilitar una eficaz gestión energética de la comunidad de regantes; siempre que se descarguen caudales desde la desaladora se puede cubrir parcialmente mediante generación hidráulica la demanda de energía de los pozos norte. Dicho consumo energético puede complementarse mediante generación fotovoltaica durante el día.

## 2.4 RED DE ALTA

Conecta la balsa norte con la arqueta de rotura y la balsa sur, desde donde se lleva a cabo la distribución en la zona regable. Transporta el agua de baja conductividad para proceder a su mezcla con la de alta conductividad procedente de los pozos sur.

Así mismo alimenta los puntos de entrega para 9 comunidades de regantes participantes de este proyecto y permite la interconexión de Tierras de Almería con la Comunidad de regantes Sol y Arena, esta última conexión tiene un objetivo de apoyo mutuo entre participantes de la Junta Central en caso de fallo importante en las fuentes de suministro, no es una toma con caudal establecido.

Debe tener capacidad para satisfacer la demanda máxima de la zona regable en su componente de baja conductividad, supone el 65% de la demanda en volumen, que según el histórico de demandas de los últimos 10 años asciende a 620 l/s durante 20 horas de funcionamiento. Aplicamos un rendimiento de la red de 20 horas de las 24 posibles al día. Además, potencialmente debe simultanear el suministro anterior con los 6 puntos de entrega a 20 l/s cada uno, por tanto, el caudal de diseño se establece en 740 l/s.

Por tanto, para las simulaciones hidráulicas de la red de alta incluimos en el cálculo una descarga en punta (arqueta de rotura) de 620 l/s y 6 descargas intermedias de 20 l/s correspondientes al apoyo de 9 pozos (6 de ellos se agrupan por parejas).

## 2.5 BALSA SUR

Se construirá sobre las parcelas catastrales:

Parcela 23 pol. 24	17.301
Parcela 266 pol. 24	15.000 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>32.301</b>

*Catastral y Superficies de la unidad de actuación Balsa Sur.*

Básicamente, la balsa se dispondrá sobre la parcela 23. Se construirá semienterrada, siendo los diques de la balsa tendrán forma trapezoidal, con unos taludes interiores del vaso de 2 en horizontal por 1 en vertical (2H/1V). En el terraplén exterior del dique, taludes de 1,5 en horizontal por 1 en vertical (3H/2V) y de 1 en horizontal por 4 en vertical para la zona de desmonte exterior y escolleras de piedra colocada (1H/4V).

El sistema de impermeabilización de la balsa (fondo y taludes), constará de una geomembrana de polietileno de alta densidad de 2 mm y un geotextil de 500 gr/m<sup>2</sup>, cuya función es separar, drenar, filtrar y proteger a la geomembrana de una posible perforación, debido a la presencia de cantos en el terreno del vaso de la balsa.

Al objeto de evitar daños a la fauna salvaje, la balsa dispondrá de:

- Mallas de escape., se dispondrán dos equidistantes (los animales que caen, nadan hacia los bordes y desde estos en forma perimetral, por lo que encontrarán la malla y podrán salir.
- No se disponen elementos flotantes, en tanto en la balsa habrá fotovoltaicas y los sistemas de flotación, pueden ser utilizados por los animales para salir del agua.
- Las balsas estarán valladas mediante malla metálica soportada sobre postes.

Como medida ambiental, los taludes irán vegetados con fauna autóctona, en particular con artos (pendientes de conseguir autorización para trasplantar o sembrar) y azufaifo; también otras plantas xerofitas; y se dispondrán en la zona de los pozos, bebederos para fauna autóctona, diferenciando fauna menor y fauna mayor.

El objetivo de la balsa es:

- Recibir y almacenar el agua de conductividad baja, independizando la generación de la misma de la demanda de riego.
- Garantizar estabilidad en la conductividad del agua servida a los usuarios, mediante la mezclar con aguas de peor calidad.
- Permitir el riego frente a la desconexión de las fuentes de suministro por razones de avería o mantenimiento.

## 2.6 RED DE DISTRIBUCIÓN

Desde la balsa se servirá por gravedad el agua mezcla, a toda la comunidad de tierras de Almería.

La red existente, se completa con la diseñada, realizada en polietileno de alta densidad, de secciones variables, según estudio hidráulico.

La red secundaria terminará en un hidrante que dará servicio a un regante o una comunidad de regantes, este dispondrá además de los sistemas de control, sistemas de medida y telecontrol para permitir la facturación por consumos.

## 2.7 PLANTA FOTOVOLTAICA

El proyecto contempla la instalación de una planta fotovoltaica en la balsa norte, separada en dos partes: una parte sobre la lámina de agua, y otra hincada junto a la balsa.

FV flotante, compuesta por 8 strings de 26 módulos que alimentan 1 inversor de 105 kW. En total 208 módulos que suman una potencia instalada 114,4 kWp.

Se instalarán módulos monocristalinos, fijos en posición horizontal sobre estructura flotante, con inclinación 5º y azimut 15º Oeste.

FV terrestre, compuesta por 39 strings de 26 módulos que alimentan 3 inversores de 185 kW y 11 strings de 19 módulos que alimentan 1 inversor de 105 kW. En total 1223 módulos que suman una potencia instalada 672,65 kWp.

Se instalarán módulos monocristalinos, fijos en posición vertical con inclinación 33º y acimut 12,44º Oeste, siguiendo la orientación de la parcela.

La producción de esta planta fotovoltaica se transforma en alterna a 800 V mediante los 5 inversores mencionados. Posteriormente se eleva hasta 20 kV en un centro de transformación situado en la misma parcela. Desde este centro de transformación se proyecta una red de media tensión que se dirige al centro de seccionamiento situado en las inmediaciones de los CUPs CT2,4 y 5 para alimentar los grupos de bombeo allí existentes.

### 2.7.1 FOTOVOLTAICA FLOTANTE

El sistema flotante se instalará sobre la lámina de agua de la balsa de riego a construir. Se opta un sistema de plataforma flotante fotovoltaica, el cual está formado por unidades flotantes de material plástico sobre el que se instala la perfilería que sustenta a los paneles fotovoltaicos los cuales tienen un grado de inclinación fijo de 5º.

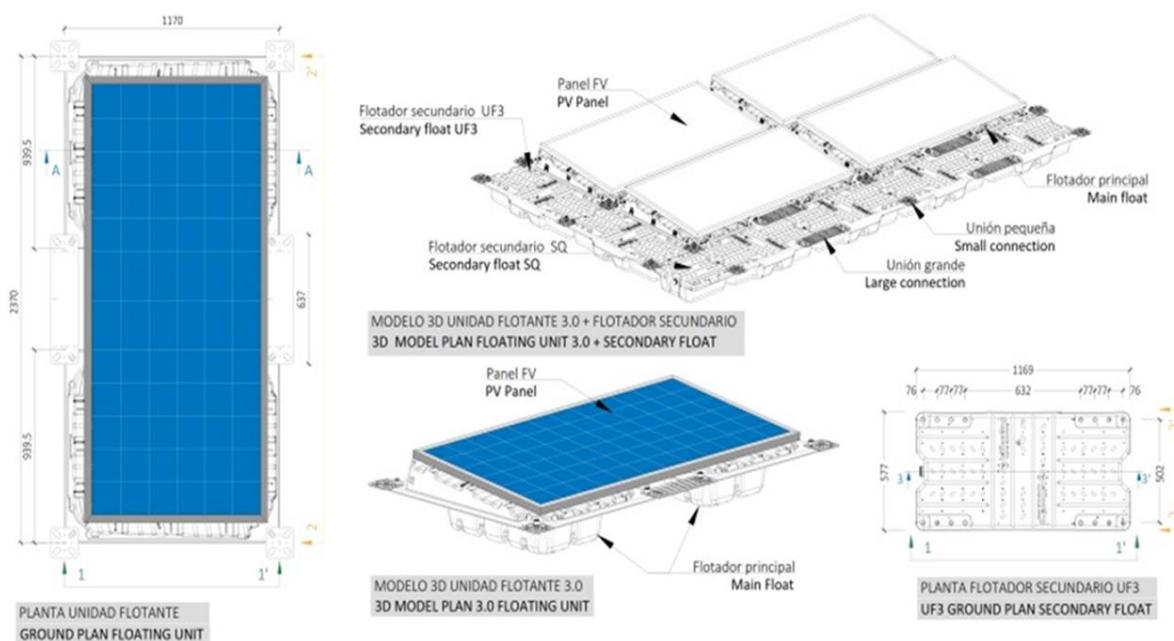
La perfilería empleada estará fabricada en aluminio 6005 T6 y 6060 T6 y la tornillería empleada para la unión de la perfilería es aleación de Acero Inoxidable A2-70.

La capacidad portante de la estructura flotante es de 220 kg/m<sup>2</sup> en para piezas de canto 25 cm. Soportarán temperaturas desde -60ºC hasta 80ºC, resistente a los rayos UV, con una vida útil superior a los 20 años en condiciones normales de agresividad del medio donde se instalan.

El sistema estará homologado y contará con los siguientes certificados:

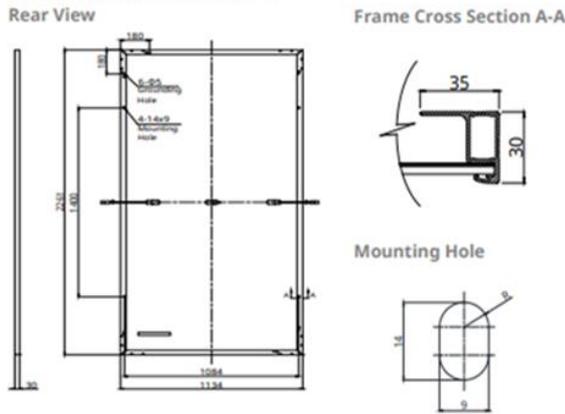
- Certificado de Conformidad CE del producto
- Certificado de Calidad ISO9001-2008/2015
- Certificado de ensayo de resistencia del Block por SGS
- Certificado de ensayo de resistencia de Argolla del Block por SGS.
- Rotura a tracción: 14.389 N= 1.467 Kgf
- Carga a Cortante máxima de trabajo en Argolla: 3.000 N= 300 Kgf
- Test Humedad y Temperatura.

El sistema se instalará siguiendo la orientación NE-SO de la balsa, con un ACIMUT 15º W, y se anclará a los muros de contención de la balsa mediante tensores adecuados. En la imagen siguiente se pueden apreciar los componentes del sistema flotante.

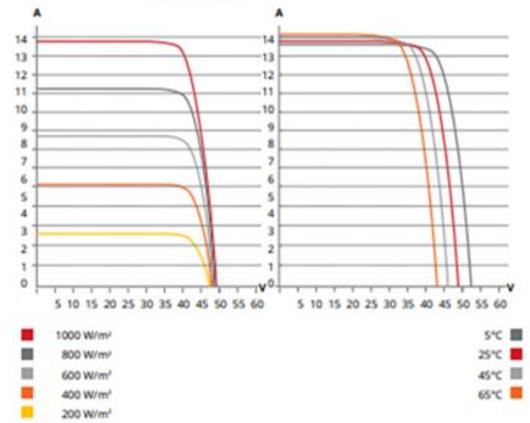


La instalación estará formada por 208 módulos FV de 550 Wp cada uno, y se dividirá en 8 string, disponiendo en cada string 26 módulos en serie. Los módulos a instalar serán monocristalinos, con las especificaciones técnicas dadas en la siguiente tabla.

ENGINEERING DRAWING (mm)



I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC\*

	530MS	535MS	540MS	545MS	550MS	555MS
Nominal Max. Power (Pmax)	530 W	535 W	540 W	545 W	550 W	555 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	40.9 V	41.1 V	41.3 V	41.5 V	41.7 V	41.9 V
Opt. Operating Current (Imp)	12.96 A	13.02 A	13.08 A	13.14 A	13.20 A	13.25 A
Open Circuit Voltage (Voc)	48.8 V	49.0 V	49.2 V	49.4 V	49.6 V	49.8 V
Short Circuit Current (Isc)	13.80 A	13.85 A	13.90 A	13.95 A	14.00 A	14.05 A
Module Efficiency	20.7%	20.9%	21.1%	21.3%	21.5%	21.6%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C					
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)					
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)					
Max. Series Fuse Rating	25 A					
Application Classification	Class A					
Power Tolerance	0 ~ + 10 W					

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT\*

	530MS	535MS	540MS	545MS	550MS	555MS
Nominal Max. Power (Pmax)	397 W	401 W	405 W	409 W	412 W	416 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	38.3 V	38.5 V	38.7 V	38.9 V	39.1 V	39.3 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.38 A	10.42 A	10.47 A	10.52 A	10.55 A	10.59 A
Open Circuit Voltage (Voc)	46.1 V	46.3 V	46.5 V	46.7 V	46.9 V	47.1 V
Short Circuit Current (Isc)	11.13 A	11.17 A	11.21 A	11.25 A	11.29 A	11.33 A

\* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m²-spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 x (12 x 6)]
Dimensions	2261 x 1134 x 30 mm (89.0 x 44.6 x 1.18 in)
Weight	27.6 kg (60.8 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass with anti-reflective coating
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	410 mm (16.1 in) (+) / 290 mm (11.4 in) (-) or customized length*
Connector	T6 or MC4-EVO2
Per Pallet	35 pieces
Per Container (40' HQ)	700 pieces

\* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

Se instalará un inversor de 105 KW, con las siguientes especificaciones técnicas indicadas en la tabla siguiente:

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA).



Eficiencia	
Máx. Eficiencia	99.0%
Eficiencia europea	98.8%
Entrada	
Máx. tensión de entrada	1,500 V
Máx. intensidad por MPPT	25 A
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	33 A
Tensión de entrada inicial	650 V
Rango de tensión de operación de MPPT	600 V – 1,500 V
Tensión nominal de entrada	1,080 V
Número de entradas	12
Número de MPPTs	6
Salida	
Potencia nominal activa de CA	105,000 W @40°C
Máx. potencia aparente de CA	116,000 VA @25°C
Máx. potencia activa de CA (cosφ=1)	116,000 W @25°C
Tensión nominal de salida	800 V, 3W + PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Intensidad de salida nominal	75.8 A
Máx. intensidad de salida	84.6 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	< 3%
Protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado CC	Sí
Protección contra funcionamiento en isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa de CC	Sí
Monitorización de fallos en strings de sistemas fotovoltaicos	Sí
Protector contra sobretensiones de CC	Tipo II
Protector contra sobretensiones de CA	Tipo II
Detección de aislamiento de CC	Sí
Unidad de monitorización de la intensidad Residual	Sí
Comunicaciones	
Monitor	Indicadores LED, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Sí
RS485	Sí
MBUS	Sí
General	
Dimensiones (ancho x alto x profundidad)	1,075 x 605 x 310 mm (42.3 x 23.8 x 12.2 pulgadas)
Peso (con soporte de montaje)	79 kg (174.2 lb.)
Rango de temperatura de operación	-25°C – 60°C (-13°F – 140°F)
Enfriamiento	Convección natural
Altitud de operación	4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0 – 100%
Conector de CC	Amphenol UTX
Conector de CA	Conector resistente al agua + OT/DT Terminal
Clase de protección	IP65
Topología	Sin transformador
Cumplimiento estándar (Más información disponible a pedido)	
Certificados	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, EN 50530, IEC 60068, IEC 61883, IEC 61727, UTE C15-712-1, RD 413, RD 1699, RD 861, RD 1565, P.O. 12.3, UNE 206007-1 IN, UNE 206006 IN, G59/3, CEI 0-16.VDE4120

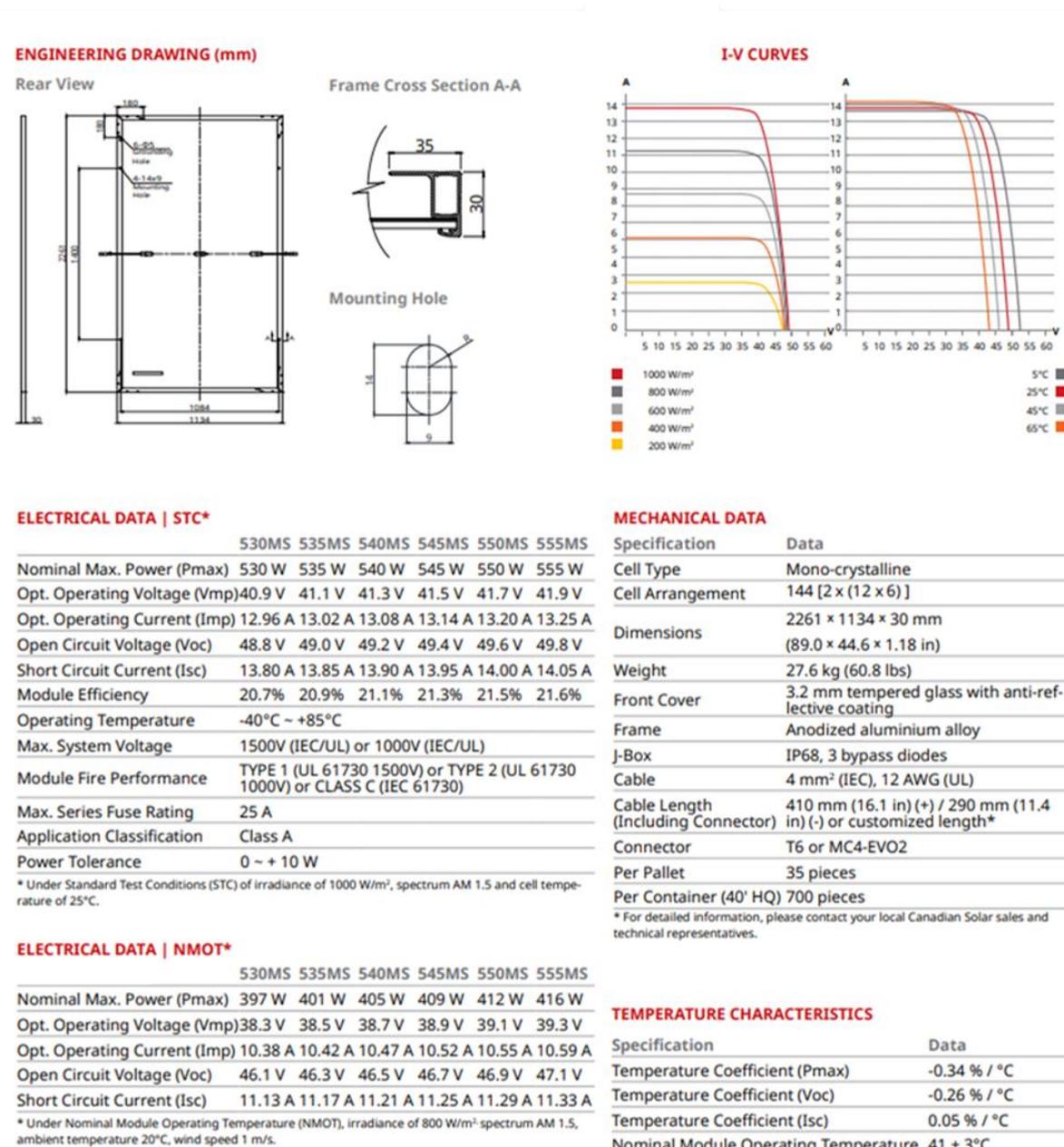
El inversor dispone de 12 entradas en CD a la tensión nominal de 1080V, a las que se conectarán los 8 string.

El inversor instalado incluye protecciones contra sobretensiones en el lado de corriente continua, siguiendo las prescripciones del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico de baja tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, y en especial la ITC-BT-40 Instalaciones generadoras de baja tensión, y 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 sobrintensidad en CA, 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, incluyendo un sistema de comunicación que informa del estado de los diferentes elementos y las posibles anomalías, y las transmite vía correo electrónico o SMS.

### 2.7.2 FOTOVOLTAICA EN TIERRA

La instalación estará formada por 1223 módulos FV monocristalinos con una potencia de 550Wp cada uno, y una potencia total de 672.650Wp. Las características técnicas de los módulos se muestran en la siguiente tabla:



Los módulos FV se dispondrán en posición vertical, con una inclinación de 33º y con la orientación de la parcela, con un acimut de 12,44º, y se fijarán cada tres módulos a una estructura metálica de acero galvanizado formada por un pórtico con un dintel inclinado 33º y un pilar de acero galvanizado que se encarará en el terreno, y correas horizontales de aluminio donde se fijarán los módulos con grapas adecuadas.

El campo FV se dividirá en cuatro secciones: 3 secciones divididas en 13 string, estando formado cada string por 26 módulos FV dispuestos en serie y 1 sección dividida en 9 strings de 17 módulos y 4 strings de 14 módulos.

Las tres primeras secciones tendrán una potencia instalada de 185900W, y la última una potencia de 114950W.

Para el paso de CD a CA se instalarán 3 inversores de 185 KW y 1 inversor de 105 KV.

Los inversores de 185 KW disponen de 18 entradas de CD, con una tensión nominal de entrada de 1080v, y una tensión de salida en CA de 800V las especificaciones técnicas de este inversor vienen indicadas en la tabla siguiente.

Eficiencia	
Máx. Eficiencia	99.03%
Eficiencia europea	98.89%
Entrada	
Máx. tensión de entrada	1,500 V
Máx. intensidad por MPPT	26 A
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	40 A
Tensión de entrada inicial	550 V
Rango de tensión de operación de MPPT	500 V - 1,500 V
Tensión nominal de entrada	1,080 V
Número de entradas	18
Número de MPPTs	9
Salida	
Potencia nominal activa de CA	185,000 W @25°C, 175,000 W @40°C
Máx. potencia aparente de CA	185,000 VA
Máx. potencia activa de CA (cosφ=1)	185,000 W
Tensión nominal de salida	800 V, 3W + PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Intensidad de salida nominal	134.9A @25°C, 126.3 A @40°C
Máx. intensidad de salida	134.9 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	<3%
Protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado CC	Si
Protección contra funcionamiento en isla	Si
Protección contra sobreintensidad de CA	Si
Protección contra polaridad inversa de CC	Si
Monitorización de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos	Si
Protector contra sobretensiones de CC	Tipo II
Protector contra sobretensiones de CA	Tipo II
Detección de aislamiento de CC	Si
Unidad de monitorización de la intensidad Residual	Si
Comunicaciones	
Monitor	Indicadores LED, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Si
MBUS	Si
RS485	Si
General	
Dimensiones (ancho x alto x profundidad)	1.035 x 700 x 365 mm (40,7 x 27,8 x 14,4 pulgadas)
Peso (con soporte de montaje)	84 kg (185.2 lb.)
Rango de temperatura de operación	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Enfriamiento	Ventilación inteligente
Altitud de operación	4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0 ~ 100%
Conector de CC	Staubli MC4 EVO2
Conector de CA	Conector resistente al agua + OT/DT Terminal
Clase de protección	IP66
Topología	Sin transformador
Cumplimiento estándar (Más información disponible a pedido)	
Certificados	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62920, EN 50630, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, IEC 62910, P.O. 12.3, RD 1690, RD 861, RD 413, RD 1565, RD 1663, UNE 206007-1, UNE 206006

Se debe comprobar que la configuración seleccionada de módulos en serie para cada string conforme a los valores extremos de temperaturas y de radiaciones medias de la zona de instalación de la planta, se encuentran dentro del rango de tensiones admisibles establecidas por el fabricante del inversor, teniendo en cuenta que con aumentos de temperatura tendrá

lugar disminución de la tensión generada por el campo fotovoltaico, cuidando en este caso que estemos por encima del valor de tensión mínima admisible de entrada de dicho inversor.

Por el contrario, disminuciones en la temperatura provocarán aumentos de la tensión generada por el campo fotovoltaico, provocando en esta situación que la tensión a circuito abierto Uoc del string de módulos conectados en serie no supere la tensión máxima de entrada del inversor establecida por el fabricante.

## 2.8 TURBINA HIDROELÉTRICA

Dado que el agua extraída de la tubería de agua desalada, ha de pasar por una balsa de laminación del suministro/servicio (la desaladora establece un suministro continuo, pero los agricultores tienen un consumo discontinuo), mezcla con el agua extraída y acumulación para periodos de avería-demandas, las comunidades establecen la instalación de una central hidroeléctrica que extraiga la energía piezoeléctrica de la conducción, antes de ser vertida a la balsa (balsa Norte).

Esta central hidroeléctrica tendrá una potencia de 77 kw, y será capaz de producir un máximo de 619.000 kwh/año. La turbina debe estar preparada para asumir las variaciones de caudal que puedan presentarse.

### 2.8.1 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

El grupo turbina Pelton de eje vertical se caracteriza por su rodete de acero inoxidable AISI 316L, asegurando durabilidad y resistencia a condiciones adversas. El distribuidor, diseñado para 6 inyectores, está fabricado en acero S355/S275 y sometido a un tratamiento superficial completo que incluye arenado, galvanizado y recubrimiento epoxi con modelo 130A. Los inyectores incorporan válvulas on/off accionadas por un activador eléctrico de 24V. Las boquillas, cruciales para el funcionamiento eficiente, están confeccionadas en acero inoxidable AISI 304. En las siguientes tablas se muestran las principales características del grupo turbina-generador:

Tipo de turbina	PELTON	
Rendimiento total	78	%
Potencia eléctrica	77	kW
Tensión	400	V
Frecuencia	50	Hz
Tipo generador	Asíncrono	
Diámetro entrada	DN250 PN16	mm
Válvula de entrada	Válvula manual	

*Características de la central microelectrónica*

### Características del generador

Tipo	Asíncrono
Potencia nominal	90 kW
Tensión nominal	400 V trifásico
Conexión Generador	Delta
Frecuencia	50 Hz
N. polos	10
Intensidad	177 A
Velocidad de rotación	600 rpm
Factor de potencia 4/4	0,78
Sistema de refrigeración	Ventilado
Grado de protección	IP55
Clase de aislamiento / Grado temperatura	F / B
Cojinete	De bolas con engrase
Sensores de temperatura PTC en bobinas	Incluido (3 de serie)
Sensor PT100 en bobinas y rodamientos	Disponible bajo demanda

### Características del generador de la turbina

## 2.8.2 FUNCIONAMIENTO

La planta micro-hidroeléctrica consiste en una unidad compuesta por una turbina Pelton y un generador asíncrono, completa, con las automatizaciones necesarias.

La unidad de turbina-generador es de eje vertical con seis inyectores completos con válvulas accionadas por actuadores eléctricos de corriente continua de 24Vcc

El sistema está diseñado para funcionar en paralelo con la red y está equipado con las funciones y automatizaciones necesarias para operar en sistemas hidráulicos.

Para garantizar las intervenciones necesarias en ausencia de una red y al mismo tiempo reducir al máximo los riesgos potenciales de contaminación, se han elegido accionamientos eléctricos que simplifican el sistema eliminando cualquier circuito o servomecanismo hidráulico o neumático.

## 2.8.3 COMPONENTES DE LA TURBINA.

### Rodete

Las palas del rodete son de acero inoxidable de elevada resistencia mecánica y obtenidas por microfusión, lo que permite una gran precisión y un buen grado de acabado. Las palas están fijadas al disco mediante soldadura TIG sin aporte de material. El rodete se equilibra dinámicamente (G 2,5 según norma NFE 90-600. La dimensión de los alabes depende del tamaño de los inyectores. El acoplamiento directo del rodete con el eje del generador se realiza mediante un anclaje mecánico cónico que garantiza una mayor resistencia. También permite un desmontaje y mantenimiento muy sencillo. El disco de cierre y el anclaje son de acero inoxidable AISI 316L

### Bloque Turbina

La carcasa del distribuidor se realiza en acero al carbono posteriormente tratado con chorro de arena. Principales características,

- Aplicación de imprimación epoxi Fonkor 1411, espesor 40  $\mu\text{m}$ ,
- Aplicación de esmalte epoxi tipo Kotixor Cre 50  $\mu\text{m}$  color azul RAL 5012 semibrillante, relieve ligero con esmalte Kotixor Cre.
- Tubos y válvulas de soporte: acero inoxidable AISI 304
- Inyector: Mynlon (Du Pont)

La carcasa de la turbina consiste en un conjunto soldado en chapa de acero de espesor adecuado. La parte superior del cilindro interior, las dos bridas y el cilindro exterior forman el distribuidor, es decir, la unidad de suministro de agua a presión a las 6 boquillas.

El cilindro interno también tiene la función de recoger y transportar el agua hacia el drenaje y también fija y soporta la unidad de turbina-generador por medio de patas soldadas en la superficie exterior del cilindro mismo y que descansará sobre el anillo base.

En la brida superior del distribuidor, se fijan los actuadores eléctricos que activan las válvulas de bola para el cierre/apertura de los inyectores (ON/OFF)

Los inyectores se realizan en INOX con orificios dimensionados para cada proyecto. Son fácilmente reemplazables. En la banda externa del distribuidor, los cables de conexión a los actuadores eléctricos están conectados y protegidos adecuadamente, que fluyen a una caja de conexiones especial.

#### **Anillo Base**

Material utilizado: acero al carbono posteriormente tratado con chorro de arena,

Aplicación de imprimación epoxi Fonkor 1411, espesor 40  $\mu\text{m}$ , esmalte epoxi tipo Kotixor Cre 50  $\mu\text{m}$  color negro semibrillante. El anillo base es el punto de soporte de la unidad turbina-generador y simplifica la instalación de la microcentral, pudiéndose instalar en el momento de realizar la obra civil, pudiéndose suministrar previamente a la entrega de los equipos.

#### **Alimentación**

Válvula de compuerta de accionamiento manual. Dimensiones DN 200 PN 16. Manómetro de lectura directa con caja de acero inoxidable y grifo de cierre.

#### **Actuadores Eléctricos**

Estos actuadores operan las válvulas en varios inyectores, dando una rotación de 90 ° para el posicionamiento ON / OFF de las válvulas. En el actuador hay una caja con interruptores de límite eléctricos que se pueden utilizar en la lógica de control. El motor de control está alimentado por corriente continua de 24V. En comparación con otras soluciones de accionamiento, el sistema de CC tiene diferentes ventajas en comparación con otras fuentes de energía auxiliar (aire o aceite) con sus sistemas de presión.

- Consumo de energía reducido debido a la falta de compresores o unidades de potencia hidráulica.
- Sin riesgo de contaminación
- Impulsores de velocidad constante
- Seguridad de intervención.
- Simplicidad de sistemas de instalación y mantenimiento

Características:

- Par: 100 Nm
- Intensidad: 0,6 A
- Voltaje: 24 V c.c.

El grupo se detiene al cerrar los actuadores en los 6 inyectores

### Generador

Para el generador asíncrono se utiliza un motor asíncrono de tamaño apropiado. Un soporte especial se fija a los pies del generador que facilita el levantamiento. Se prevé un tratamiento adicional para entornos húmedos, para bobinados y para barnices externos. Un reflector especial está montado en la brida del generador que evita el contacto con el agua. Los rodamientos están ampliamente dimensionados y, por lo tanto, pueden resistir fácilmente la carga axial del impulsor.

El sensor de velocidad conectado a la parte superior del generador se monta a través de un conector externo a prueba de agua. Para reducir la vibración y el estrés en los rodamientos, el rotor se equilibra dinámicamente con un nivel reducido de equilibrio. Un mejor equilibrio asegura una mayor vida útil del rodamiento y reduce el estrés en caso de exceso de velocidad.

## 2.8.4 CUADRO DE CONTROL BT

Diseñado para el grupo turbina generador con ajuste del caudal a través de actuadores eléctricos, gestiona la conexión en paralelo a la red, la puesta en marcha/parada automática de la máquina y el ajuste del caudal. Está equipado con dispositivos de protección y los instrumentos necesarios para el buen funcionamiento de la máquina. Todos los componentes deben estar completamente montados y probados en fábrica

La sección de potencia debe incluir,

- Interruptor de conexión a red
- Arrancador soft starter
- Condensadores de corrección del factor de potencia.
- Fuente de alimentación auxiliar de 24V con comprobación del estado de acumuladores
- Baterías herméticas

La sección de automatización y control incluye,

- Control automatización con PLC
- Dispositivo de protección y de control para auto productor en baja tensión (BT) que cumple con la norma CEI 0-21, incluyendo el informe de prueba y de calibración.
- Gestión de la regulación del caudal.

Cada sección incluye los terminales necesarios para las conexiones eléctricas

Panel frontal incluye:

- Panel del operador HMI con pantalla táctil de 4.3"
- Analizador de red digital (voltímetro, amperímetro, vatímetro, medidor de factor de potencia, potencia activa, reactiva, aparente).
- Botones y luz de advertencia en función de la lógica de control de la planta hidroeléctrica.

## 2.9 LÍNEA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

### 2.9.1 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

La línea de media tensión para evacuar la energía producida en el campo solar desde el centro de transformación hasta el punto de conexión de la red de distribución en MT estará formada por un tramo subterráneo cuyo trazado discurrirá por terrenos propiedad del promotor, y un tramo aéreo que discurrirá por caminos públicos del TM de El Ejido. A continuación, se describen las características de la línea.

#### 2.9.1.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.

La línea subterránea de media tensión tendrá el origen en el centro de transformación, y el final en el apoyo nº 1 donde pasará a tendido aéreo. La canalización subterránea tendrá una longitud de 60 m.

##### Conductores

Se utilizarán conductores de aluminio, según Recomendación UNESA 3305 (julio 1982), con las siguientes características:

- Conductor: Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022
- Pantalla sobre el conductor: Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.
- Aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (XLPE)

Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.

Cubierta: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.

El conductor a emplear será de aislamiento seco, unipolar y de las características siguientes:

SECCION 150 mm<sup>2</sup>

AISLAMIENTO Seco extruido del tipo XLPE

NIVEL AISLAMIENTO 12/20 kV

CUBIERTA EXTERIOR Poliolefina

Todos los cables serán unipolares con pantalla sobre el aislamiento formado por una corona de 16mm<sup>2</sup> compuesta por hilos de Cu y contraespira de cinta de Cu según Recomendaciones UNESA 3305 (Julio 1.982).

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas.

Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga. Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento son:

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito  $t < 5s$  250°C

Condiciones tipo de instalación enterrada: A los efectos de determinar la intensidad admisible, se consideran las siguientes condiciones tipo:

Cables con aislamiento seco: Una terna de cables unipolares agrupadas a triángulo bajo tubo de PE 160mm en una zanja de 1 m.

En la figura siguiente, se indican las intensidades máximas permanentes admisibles en los cables indicados

Sección nominal de los conductores en mm <sup>2</sup>	Intensidad máxima admisible, I, en A (Cables unipolares en triángulo, en contacto)
150	245
240	320
400	415

Intensidades máximas admisibles según la sección del conductor (ENDESA)

### Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442 y la norma informativa GSCC004 12/20(24) kV cold shrink compact joints for MV underground cables.

En aquellos casos en los que requiera el uso de otro tipo de empalmes (cables de distintas tecnologías, etc.) será necesario el acuerdo previo de EDE.

### Terminaciones

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado en cada caso. Existen dos tipos de terminaciones para las líneas de Media Tensión:

-Terminaciones convencionales contráctiles o enfilables en frío, tanto de exterior como de interior:

Se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442. Se tomará como referencia la norma informativa GSCC005 12/20(24) kV Cold shrink terminations for MV cables.

### Conectores separables

Se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF6. Serán acordes a las normas UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442. Se tomará como referencia la norma informativa GSCC006 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Separable connectors for MV cables.

### Pararrayos

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099. Se tomará como referencia la norma

informativa GE AND0015 Pararrayos de Óxidos Metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV.

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión, se realizarán siguiendo el Manual Técnico (MT) correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Los empalmes y terminales de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento, utilizando los materiales adecuados y de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

La línea se tenderá en tramos de la mayor longitud posible, de forma que el número de empalmes necesarios sea el mínimo.

Los empalmes y terminales no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable.

#### **Canalizaciones subterráneas**

Descripción del trazado:

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrán en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes.

La línea se enterrará bajo tubo de 200 mm de diámetro exterior, a una profundidad mínima de 70 cm en tierra y 90 cm en calzadas, medidos desde la parte superior del tubo al pavimento. Poseerán una resistencia suficiente a las solicitaciones a las que se han de someter durante su instalación tomando como referencia la norma informativa CNL002 Tubos Polietileno (Libres de halógenos) para canalizaciones subterráneas.

El diámetro interior del tubo no será inferior a 1,5 veces el diámetro aparente del haz de conductores.

Cuando existan impedimentos que no permitan conseguir las anteriores profundidades, éstas podrán reducirse si se añaden protecciones mecánicas suficientes, tal y como se especifica en la ITC-LAT-06.

Se deberá prever siempre, al menos, un tubo de reserva en cada zanja. Este tubo quedará a disposición de las necesidades de distribución hasta su agotamiento.

Deberán disponerse las arquetas suficientes que faciliten la realización de los trabajos de tendido pudiendo ser arquetas ciegas o con tapas practicables. También podrán realizarse catas abiertas para facilitar los trabajos de tendido.

Las canalizaciones llevarán tetratubos de control ubicados encima de los tubos eléctricos. Esta canalización, tendrá continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera. Las derivaciones de cable de fibra óptica se realizarán en arquetas independientes a las de la red eléctrica.

En los Anexos, planos de detalle de las canalizaciones subterráneas de MT, pueden verse las distintas secciones de zanjas, con el detalle de sus disposiciones.

### Arquetas

Las arquetas prefabricadas tomarán como referencia la norma informativa NNH001 Arquetas Prefabricadas para Canalizaciones Subterráneas. El montaje de las arquetas de material plástico se realizará tomando como referencia el documento informativo NMH00100 Guía de Montaje e Instalación de Arquetas Prefabricadas de Poliéster, Polietileno o Polipropileno para Canalizaciones Subterráneas.

En la arqueta, los tubos quedarán como mínimo a 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se sellarán con material expansible, yeso o mortero ignífugo de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

En todos los casos, deberá estudiarse el número de arquetas y su distribución, en base a las características del cable y, sobre todo, al trazado, cruces, obstáculos, cambios de dirección, etc., que serán realmente los que determinarán las necesidades para hacer posible el adecuado tendido del cable.

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,45 m para la colocación de dos tubos de  $\varnothing 160$  mm aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar

#### 2.9.1.2 CONVERSIÓN AÉREA SUBTERRÁNEA

Para la conexión del cable subterráneo con la línea aérea en general se seguirá lo indicado en el Proyecto Tipo de LAMT AYZ10000.

En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102. El tubo o bandeja se obturará por su parte superior para evitar la entrada de agua y se empotrará en la cimentación del apoyo. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno.

En el caso de tubo, su diámetro interior será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente de la terna de cables unipolares, y en el caso de bandeja, su sección tendrá una profundidad mínima de 1,8 veces el diámetro de un cable unipolar, y una anchura de unas tres veces su profundidad. Los detalles constructivos de la conversión corresponden al plano informativo DYZ10104 Conversión Aéreo Subterránea.

Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos. La conexión a tierra de los pararrayos no se realizará a través de la estructura del apoyo metálico, se colocará una línea de tierra a tal efecto, a la que además se conectarán, cortocircuitadas, las pantallas de los cables subterráneos.

Se instalará una arqueta cerca del apoyo en el caso de que exista previsión de instalación de fibra óptica, para realizar la conversión aérea subterránea de la fibra. La arqueta se dejará lo más próxima al apoyo con una distancia máxima de 5 m, y conectada mediante tubo de protección del cable de fibra que ascenderá por el lado opuesto al que ascienden los cables eléctricos hasta una altura de 2,5 m

### 2.9.1.3 PUESTA A TIERRA DE LOS CABLES

Puesta a tierra de cubiertas metálicas.

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

En el caso de pantallas de cables unipolares se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos.

En el caso de cables instalados en galería, la instalación de puesta a tierra será única y accesible a lo largo de la galería, y será capaz de soportar la corriente máxima de defecto. Se pondrá a tierra las pantallas metálicas de los cables al realizar cada uno de los empalmes y terminaciones. De esta forma, en el caso de un defecto a masa lejano, se evitará la transmisión de tensiones peligrosas.

### 2.9.1.4 PROTECCIONES

Protección contra sobreintensidades:

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse debido a las sobreintensidades que puedan producirse en la instalación.

Para la protección contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

Protección contra sobreintensidades de cortocircuito:

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la Norma UNE 20-435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

Protección contra sobretensiones:

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las mismas así lo aconsejen.

Para ello, se utilizará, como regla general, pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberán cumplir también en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de autoválvulas, lo que establece en las instrucciones ITC-LAT, del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones será de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las normas de obligado cumplimiento UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

#### 2.9.1.5 ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN.

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados en el MT 2.33.15, "Red subterránea de AT y BT. Comprobación de cables subterráneos".

#### 2.9.1.6 LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN.

##### 2.9.1.6.1 DATOS GENERALES DE LA LÍNEA.

La línea tiene las siguientes características generales:

Tensión (kV): 20

Longitud (km): 0,289

Categoría de la línea: 3º

Zona/s por la/s que discurre: Zona A

Velocidad del viento considerada (km/h): 120

Tipo de montaje: Simple circuito (SC)

Número de conductores por fase: 1

Frecuencia: 50Hz

Factor de potencia: 0,9

Nº de apoyos proyectados: 4

Nº de vanos: 3

##### 2.9.1.6.2 DATOS DEL CONDUCTOR

El conductor elegido es de tipo Aluminio-Acero, según la norma UNE-50182, tiene las siguientes características:

- Denominación: LA-56
- Sección total (mm<sup>2</sup>): 54,6

- Diámetro total (mm):9.45
- Número de hilos de aluminio:6
- Número de hilos de acero:1
- Carga de rotura (kg):1670
- Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km):0,6136
- Peso (kg/m):0,189
- Coeficiente de dilatación (°C):1,91E-5
- Módulo de elasticidad (kg/mm<sup>2</sup>) 8100
- Densidad de corriente (A/mm<sup>2</sup>):3,745
- Tense máximo (Zona A): 665 Kg
- EDS (En zona A): 15%

Las características de la protección, para la prevención de la colisión de la avifauna con líneas eléctricas de alta tensión según el R.D. 1432/2008, elegida es la siguiente:

Peso de la espiral (kg): 0,6

Distancia entre espirales (m):20

Peso del manguito de hielo en zona B (m): 1,25

Peso del manguito de hielo en zona C (m): 2,5

Área de exposición al viento (m<sup>2</sup>): 0,018

El tendido se efectuará de acuerdo con las tablas de tensiones y flechas que se acompañan en el de cálculo.

#### **2.9.1.6.3 APOYOS**

Todos los apoyos utilizados para este proyecto serán metálicos y galvanizados en caliente, tipo RU soldados.

En el anejo de cálculo puede consultarse tanto la geometría como los esfuerzos admisibles por tales apoyos.

#### **2.9.1.6.4 CIMENTACIONES**

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, éstos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo. Las características de las cimentaciones de cada uno de los apoyos se pueden consultar en el anejo de cálculo.

#### **2.9.1.6.5 AISLAMIENTO EN CONDUCTORES Y SEÑALIZACIÓN.CUMPLIMIENTO DEL R.D. 1432/2008, DE 29 DE AGOSTO DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.**

A continuación, se exponen las medidas a tomar para la prevención de la electrocución y contra la colisión según el R.D. 1432/2008 de avifauna.

Medidas de prevención contra la electrocución.

Tales medidas serán de obligado cumplimiento en líneas de 2ª y 3ª categoría ( $V \leq 66\text{kV}$ ), salvo que los apoyos metálicos lleven instalados disuasores de posada de eficacia reconocida por el órgano competente.

Se evitará en la medida de lo posible el uso de apoyos de alineación con cadenas de amarre.

En todo apoyo con cadenas de amarre, se aislarán los puentes de unión entre los elementos en tensión.

Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores, etc., se diseñarán de modo que se evite sobrepasar con elementos en tensión las crucetas o semicrucetas no auxiliares de los apoyos.

En el caso de apoyos con cadena de suspensión en armados en tresbolillo o en doble circuito, la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior no será inferior a 1,5m.

En el caso de apoyos con cadena de suspensión en armados tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del fuste y el conductor central no será inferior a 0,88m, salvo que se aisle el conductor central 1m a cada lado del punto de enganche (el aislamiento debe cubrir al punto de engrape).

Longitud mínima de la cadena de suspensión: 600 mm.

Longitud mínima de las cadenas de amarre: 1000 mm.

#### **2.9.1.6.6 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LA COLISIÓN**

Los nuevos tendidos eléctricos se proveerán de salvapájaros o señalizadores visuales cuando así lo determine el órgano autonómico competente.

Los salvapájaros o señalizadores visuales se han de colocar en los cables de tierra, siempre que su diámetro no sea inferior a 20 mm. Los salvapájaros o señalizadores se dispondrán cada 10 metros (si el cable de tierra es único), o alternadamente, cada 20 metros, si son dos cables de tierra paralelos.

En caso de que la línea carezca de cable de tierra, si se hace uso de un único conductor por fase con diámetro inferior a 20mm, se colocarán las espirales directamente sobre dichos conductores. Se dispondrán de forma alterna en cada conductor, y con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor.

Tamaño mínimo salvapájaros: espirales con 30 cm de diámetro y 1m de longitud, o dos tiras en X de 5x35 cm.

En la línea se instalarán salvapájaros cada 20 m. en el conductor de fase.

#### **2.9.1.6.7 DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS**

Las cadenas que componen cada apoyo, y que sostienen al conductor están formadas por diferentes componentes, como son los aisladores y herrajes. Veamos las características de todos los elementos que las componen, y una descripción de las cadenas según los diferentes apoyos:

#### **2.9.1.6.8 CADENA DE AMARRE**

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

El aislador elegido, y sus características, es:

Tipo: COMP-20-70-425

Material: Polimérico

Diámetro (mm): 128

Línea de fuga (mm): 603

Peso (Kg): 1,75

Carga de rotura (Kg): 7000

Tensión soportada a frecuencia industrial (kV): 60

Tensión soportada al impulso de un rayo (kV): 160

#### Longitud de la cadena de amarre y altura del puente

Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m): 1

Altura del puente en apoyos de amarre (m): 1

Ángulo de oscilación del puente (º): 20

#### Descripción de cadenas según tipo de apoyos

Apoyos de entronque, de amarre y/o de anclaje.

En el apoyo se montarán los siguientes elementos:

cadenas simples de aisladores poliméricos 6 Ud

Aisladores tipo COMP-20-70-425

Grapa de amarre GA<sub>2</sub> 6 Ud

Grilletes Recto, tipo GN. 6 Ud

Anilla bola, tipo AB\_16. 6 Ud

Rótula corta, tipo R-16. 6 Ud

Apoyo final de línea.

En el apoyo se montarán los siguientes elementos:

cadenas simples de aisladores poliméricos, 3 Ud

Aisladores COMP-20-70-425

Grapa de amarre, GA<sub>2</sub> 3 Ud

Grilletes Recto, tipo GN. 3 Ud

Anilla bola, tipo AB\_16. 3 Ud

Rótula corta, tipo R-16. 3 Ud

#### 2.9.1.6.9 ELEMENTOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN

Para la protección contra sobretensiones en la línea se utilizarán Autoválvulas con las siguientes características: 30 kV de tensión asignada y una corriente nominal de descarga de 10 kA. Estas autoválvulas irán en los apoyos 1 y 4.

#### **2.9.1.6.10 PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS**

Todos los apoyos se conectarán a tierra con una conexión independiente y específica para cada uno de ellos.

Se puede emplear como conductor de conexión a tierra cualquier material metálico que reúna las características exigidas a un conductor según el apartado 7.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

De esta manera, deberán tener una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones. En ningún caso se emplearán conductores de conexión a tierra con sección inferior a los equivalentes en 25 mm<sup>2</sup> de cobre según el apartado 7.3.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.

Además de estas consideraciones, un sistema de puesta a tierra debe cumplir los esfuerzos mecánicos, corrosión, resistencia térmica, la seguridad para las personas y la protección a propiedades y equipos exigida en el apartado 7 de la ITC07 del R.L.A.T.

#### **2.9.1.6.11 NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO**

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda de acuerdo con el criterio de la línea que se haya establecido.

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situado a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2m.

## **2.9.2 LÍNEA DE BAJA TENSIÓN**

La finalidad de la línea eléctrica de baja tensión es la evacuación de la energía producida en la minicentral hidroeléctrica con una potencia disponible de 80 KW construir para darle suministro eléctrico al pozo nº 3 propiedad de la Comunidad de Regantes Tierras de Almería.

### **2.9.2.1 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES**

La presente Memoria recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).
- 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.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Recomendaciones UNESA.
- Normalización Nacional. Normas UNE.

- Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de ordenación del Sistema Eléctrico Nacional.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

### 2.9.2.2 TRAZADO DE LA LÍNEA

La línea tendrá su inicio en el cuadro de protección y control de la minicentral hidroeléctrica, y finalizará en el cuadro de protección del pozo CT3 de coordenadas UTM X=517780,72, Y=4073097,45

La longitud de la línea es de 309m, quedando emplazada en zona A, y en su recorrido atraviesa el término municipal de El Ejido.

### 2.9.2.3 CRUZAMIENTOS

#### 2.9.2.3.1 CON LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE A.T.

La línea de Baja Tensión deberá cruzar por debajo de la línea de A.T., procurándose que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea de A.T., pero la distancia entre los conductores de la línea de B.T. y las partes más próximas de la de A.T. no será inferior a 1,5 m.

La mínima distancia vertical entre los conductores de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a:

$$1,5 + (U + L1 + L2 / 100) \text{ (m)}$$

- U: Tensión nominal en kV de la línea de A.T.
- L1: longitud (m) entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de A.T.
- L2: longitud (m) entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de B.T.

Cuando la resultante de los esfuerzos del conductor en alguno de los apoyos de cruce de B.T. tenga componente vertical ascendente se tomarán las debidas precauciones para que no se desprendan los conductores, aisladores o soportes.

Existe cruzamiento con línea eléctrica de MT en el vano nº 2 de la línea, siendo la distancia entre ambas en las condiciones más desfavorables de 3m, superior a la distancia mínima de

$$d = 1,5 + (20 + 6 \cdot 1 + 25) / 100 = 2,01 \text{ m}$$

#### 2.9.2.3.2 CON LÍNEAS AÉREAS DE B.T.

Cuando alguna de las líneas sea de conductores desnudos, establecidas en apoyos diferentes, la distancia entre los conductores más próximos de las dos líneas será superior a 0,50 m.

Dado que las dos líneas son aisladas los cables podrán estar en contacto, no obstante, la separación entre los conductores será de 0,5m.

#### 2.9.2.3.3 CON LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN.

Como norma general, las líneas de B.T. deberán cruzar por encima de las de telecomunicación, sin embargo, podrán cruzar por debajo si los conductores, de alguna de ellas, se han ejecutado en disposición aislada de 0,6/1 kV.

#### 2.9.2.3.4 CON CARRETERAS Y FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR.

Los conductores tendrán una carga de rotura no inferior a 280 daN en disposición aislada. La altura mínima del conductor más bajo en las condiciones de flecha más desfavorables será de 6 m, no presentándose ningún empalme en el vano de cruce. La altura de la línea en el cruzamiento con el camino rural de acceso a las fincas es de 6,5m

#### 2.9.2.4 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

##### 2.9.2.4.1 CON LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE A.T.

Se evitará la construcción de líneas paralelas con las de A.T. a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos. En todo caso, entre los conductores contiguos de las líneas paralelas no deberá existir una separación inferior a 2 m en paralelismo con líneas de tensión igual o inferior a 66 kV y a 3 m para tensiones superiores.

No existe paralelismo con las líneas existentes.

##### 2.9.2.4.2 CON OTRAS LÍNEAS DE B.T. O DE TELECOMUNICACIÓN.

La distancia horizontal de los conductores más próximos de las dos líneas será como mínimo de 0,1 m cuando ambas sean aisladas; esta distancia se aumentará hasta 1 m cuando alguna de ellas sea de conductores desnudos.

La separación con línea de BT existente es superior a 3m.

#### 2.9.2.5 CONDUCTORES

Los conductores utilizados serán aislados con tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV y sección 3x150/80mm<sup>2</sup> con aislamiento tipo RZ 06/1KV

Los conductores irán tensados entre piezas especiales colocadas sobre apoyos con una tensión mecánica adecuada. Los conductores trenzados autoportantes dispondrán de neutro fiador de 80 mm<sup>2</sup>, con una carga de rotura de 2000 kg. La tensión máxima de este tipo de conductores se suele trabajar en dos valores recomendados: 500 y 315 kg. Cuando los conductores no soporten por sí solos la tensión mecánica deseada, se utilizarán cables fiadores de acero galvanizado de 6 mm de diámetro (21,6 mm<sup>2</sup>) con una resistencia a la rotura de 2740 kg, y a los que se fijarán mediante abrazaderas u otros dispositivos apropiados. La tensión máxima de este tipo de conductores se suele trabajar en dos valores recomendados: 900 y 500 kg

El conductor neutro tendrá como mínimo, en distribuciones trifásicas a cuatro hilos, una sección igual a la sección de los conductores de fase para secciones hasta 10 mm<sup>2</sup> de cobre o 16 mm<sup>2</sup> de aluminio, y una sección mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm<sup>2</sup> para cobre y 16 mm<sup>2</sup> de aluminio, para secciones superiores. En distribuciones monofásicas, la sección del conductor neutro será igual a la sección del conductor de fase.

El conductor neutro deberá estar identificado por un sistema adecuado. Deberá estar puesto a tierra en el centro de transformación o central generadora, y como mínimo, cada 500 metros de longitud de línea. Aun cuando la línea posea una longitud inferior, se recomienda conectarlo a tierra al final de ella. La resistencia de la puesta a tierra no podrá superar los 20 ohmios.

En cualquier caso, siempre se atenderá a las Recomendaciones de la compañía suministradora de la electricidad.

#### 2.9.2.6 APOYOS

Los apoyos serán de hormigón y se dimensionarán de acuerdo con las hipótesis de cálculo establecidas en el apdo. 2 de la ITC-BT-06. Deberán presentar una resistencia elevada a las acciones de la intemperie.

Estarán consolidados por fundaciones adecuadas para dejar asegurada la estabilidad frente a las solicitaciones actuantes y a la naturaleza del suelo.

Los postes serán cimentados en macizos de hormigón, que deberán sobresalir del suelo, como mínimo, 0,15 m, con una forma tal que facilite el deslizamiento del agua.

### 2.9.2.7 EMPALMES Y CONEXIONES DE CONDUCTORES.

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán utilizando piezas metálicas apropiadas, resistentes a la corrosión, y que aseguren un contacto eléctrico eficaz, de modo que, en ellos, la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 por 100 de su carga de rotura, no siendo admisible en estos empalmes su realización por soldadura o por torsión directa de los conductores.

Las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de línea (cajas de derivación, etc.) y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

Con conductores de distinta naturaleza, se tomarán todas las precauciones necesarias para obviar los inconvenientes que se derivan de sus características especiales, evitando la corrosión electrolítica mediante piezas adecuadas.

### 2.9.2.8 CIMENTACIONES

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, éstos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo. Se cuidará de su protección en el caso de suelos y aguas que sean agresivos.

## 2.10 AUTOMATIASMO Y CONTROL

Se describe el sistema de Instrumentación y Telecontrol propuesto para cubrir las necesidades de información y gestión de la red de alta, bombes-pozos, balsas, embalses, puntos de entrega, red de hidrantes, central hidroeléctrica y planta fotovoltaica, así como los equipos y sondas de humedad de suelo, y centro de control de calidad del agua en pozos. El sistema de control previsto se basa en una red propia de telecomunicaciones que transmite toda la información al Centro de Control de la empresa que gestiona el servicio. La información consiste básicamente en el control de los niveles (balsas y embalse), presión de los bombes y en la red de hidrantes, control del volumen y caudal tanto en bombes como en la propia red de hidrantes, apertura y cierre de válvulas motorizadas en la red de alta y balsas, así como apertura y cierre de solenoide de control de la válvula de la red de hidrantes. También se controlarán los datos procedentes tanto de la estación hidroeléctrica, como de la planta fotovoltaica. Por último, se instalará los equipos de control y sondas de humedad necesarios, según la aplicación de la directriz 1, para el control de volumen de agua en el suelo, y los equipos y sensores necesarios (ión selectivo nitratos, presión, conductividad y temperatura, nivel, volumen y caudal, PH) para el control de la calidad de aguas en los pozos.

Con la información recibida, el ordenador central suministrará las instrucciones de paro o puesta en funcionamiento de las bombas de los pozos, programará riegos en la red de hidrantes, etc., de acuerdo con el programa establecido, que se transmitirán por la misma red de comunicaciones.

El objeto concreto de este proyecto es el de definir el diseño, implementación y uso de las herramientas necesarias para digitalizar el uso de agua y energía por parte de la Comunidad de Regantes Tierra de Almería.

Dicha comunidad de regantes afronta en este momento el desarrollo, mejora y optimización de sus infraestructuras y para este reto es imprescindible implementar las TIC como herramientas de uso común para alcanzar los objetivos deseados; un mejor uso del agua y la energía que garantice un agua de calidad, y a un precio que permita que la actividad no cese, sin exceder la dotación correspondiente a día de hoy, pero sobre todo tener la capacidad de reducir al máximo la incertidumbre de poder contar o

no con agua en el futuro para que sus comuneros puedan seguir desarrollando la importantísima actividad agrícola a la que se dedican.

Ante esto la Comunidad de Regantes Tierra de Almería digitalizará sus infraestructuras teniendo en cuenta las propias necesidades de estas.

Es de vital importancia, para un aprovechamiento eficiente y sostenible tanto de estas infraestructuras como del agua y energía que en ellas se gestionan, llevar a cabo un plan de digitalización que se materialice en un sistema de digitalización de infraestructuras hidráulicas accesible, dinámico, operativo, escalable y que perdure en el tiempo.

Para ello hemos de basarnos en estándares y protocolos abiertos y lo más universales posible, esto sin duda facilitara la integración, interoperabilidad y la escalabilidad dando pie a procesos más ágiles y precisos.

Si bien no debe de perderse de vista nunca al usuario final que debe ser capaz de usar estas soluciones y herramientas de manera fácil, intuitiva y con una curva de aprendizaje suave y progresiva. De esto dependerá, en buena parte, la rápida implementación de este sistema, la capacidad de alcanzar un alto ROI y lograr los objetivos para el que está diseñado.

Teniendo en cuenta las necesidades expuestas por la comunidad de regantes, los aspectos señalados con anterioridad en este texto y las acciones pendientes, este proyecto de digitalización se basa, a grandes rasgos, en:

- Obtención de datos de cantidad y calidad de agua disponible (caudales y cualidades del agua de los pozos y las balsas y embalse).
- Obtención de datos de la infraestructura en la que se distribuye el agua (pozos, balsas, hidroeléctricas, red de alta, red de distribución, estaciones de recuperación de energía e instalaciones generadoras de energía).
- Obtención de datos de consumos y uso de agua de los usuarios finales (digitalización de consumos en hidrantes y de estrés hídrico en fincas representativas).

### 2.10.1 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS ESTACIONES

Para este proyecto se identifican dos tipos de estaciones diferentes.

#### Estación tipo 1

Módulo de comunicaciones

Red móvil:

- 4G (LTE) / NB-IoT / LTE CatM.– Cat 4 up to 150 Mbps, 3G – Up to 42 Mbps, 2G Up to 236.8 kbps
- Fuerza de la señal (RSSI), SINR, RSRP, RSRQ, EC/IO, RSCP, bytes enviados/recibidos

- Estado de los SMS, configuración de los SMS, envío/lectura de los SMS a través de HTTP POST/GET, EMAIL a SMS, SMS a E-MAIL, SMS a HTTP, SMS a SMS, SMS programados, SMS autoreplay, SMPP
- Lista de operadores en blanco y negro
- Bloqueo de banda, visualización del estado del ancho de banda en uso
- Auto APN
- Conexión directa (puente) entre el ISP móvil y el dispositivo en la LAN
- El router asigna su dirección IP WAN móvil a otro dispositivo de la LAN
- Posibilidad de utilizar diferentes PDN para acceder a varias redes y servicios (no disponible en FW estándar)

#### Red inalámbrica:

- IEEE 802.11b/g/n, punto de acceso (AP), estación (STA)
- WPA2-Enterprise - PEAP, TLS, TTLS, AES-CCMP, TKIP, modos de cifrado automático, separación de clientes
- Modo oculto de SSID y control de acceso basado en la dirección MAC
- Hasta 100 llamadas simultáneas
- Portal cautivo (hotspot), servidor Radius interno/externo, incrustado en una página de aterrizaje configurable

#### Ethernet

- 1x WAN (puede ser configurado para LAN) 10/100 Mbps, Compatible con IEEE 802.3, IEEE 802.3u, soporta Auto MDI/MDIX
- 3 puertos LAN, 10/100 Mbps, compatibles con los estándares IEEE 802.3, IEEE 802.3u, soporte automático MDI/MDIX

#### Red

- Static routing, Dynamic routing (BGP, OSPF v2, RIP v1/v2, NHRP)
- Enrutamiento estático, enrutamiento dinámico (BGP, OSPF v2, RIP v1/v2, NHRP)
- TCP, UDP, IPv4, IPv6, ICMP, NTP, DNS, HTTP, HTTPS, FTP, SMTP, SSL v3, TLS, ARP, VRRP, PPP, PPPoE, UPnP, SSH, DHCP, cliente Telnet, SNMP, MQTT, Wake On Lan (WOL)
- Ayudantes NAT de los protocolos H.323 y SIP-alg para el correcto enrutamiento de los paquetes VoIP
- Ping Reboot, Wget Reboot, Reboot periódico, LCP e ICMP para la inspección de enlaces
- Reenvío de puertos, reglas de tráfico de red, reglas personalizadas
- Asignación de IP estática y dinámica, retransmisión DHCP
- Priorización del tráfico por origen/destino, servicio, protocolo o puerto, WMM, 802.11e
- >25 proveedores de servicios soportados, otros pueden ser configurados manualmente

- VRRP, móvil, cableado, opciones de Wi-Fi, todo ello puede utilizarse como copia de seguridad, utilizando la conmutación automática por error
- Equilibrar el tráfico de Internet en varias conexiones WAN
- Posibilidad de instalar un sistema de archivos remoto mediante el protocolo SSH (no disponible en el software estándar)

#### Seguridad

- Clave compartida, certificados digitales, certificados X.509
- Las reglas de cortafuegos preconfiguradas pueden activarse a través de Web.UI, configuración sin restricciones del cortafuegos a través de la CLI, DMZ, NAT, NAT-T
- Prevención DDOS (protección SYN, prevención de ataques SSH, prevención de ataques HTTP/HTTPS), Prevención de escaneo de puertos (SYN-FIN, SYN-RST, X-mas, banderas NULL, ataques de escaneo FIN)
- Separación VLAN basada en etiquetas
- Cómo establecer límites de datos personalizados para tu tarjeta SIM.
- Lista negra para bloquear sitios web no deseados, lista blanca para especificar los sitios permitidos
- Control de acceso flexible para paquetes TCP, UDP, ICMP, filtros de direcciones MAC
- Comprobación de la integridad criptográfica de cada proceso de arranque (disponible con el código de pedido especial RUT950U072C0)

#### VPN

- Capacidad para ejecutar varios clientes y servidores simultáneamente, 12 métodos de encriptación
- DES-CBC, RC2-CBC, DES-EDE-CBC, DES-EDE3-CBC, DESX-CBC, BF-CBC, RC2-40-CBC, CAST5-CBC, RC2-64-CBC, AES-128-CBC, AES-192-CBC, AES-256-CBC
- IKEv1, IKEv2, soporta hasta 4 túneles VPN IPsec (instancias), con 5 métodos de cifrado (DES, 3DES, AES128, AES192, AES256)
- Túnel GRE
- Los servicios cliente/servidor pueden funcionar simultáneamente (PPTP,L2TPv3)
- Proxy diseñado para añadir la funcionalidad de cifrado TLS a los clientes y servidores existentes sin cambiar el código del programa
- Un método para construir redes VPN IPsec escalables
- Soporte de instancia de cliente SSTP
- ZeroTier VPN
- Compatibilidad con el cliente y el servidor VPN de WireGuard

#### Esclavo MODBUS TCP

- Responder a un identificador en el rango [1;255] o cualquier
- Permitir el acceso a través de la WAN

- MODBUS TCP Custom Register Block solicita que se lea/escriba en un archivo dentro del router y puede utilizarse para ampliar la funcionalidad del esclavo MODBUS TCP

#### Maestro MODBUS TCP

- 01, 02, 03, 04, 05, 06, 15, 16
- 8 bits: INT, UINT; 16 bits: INT, UINT (MSB o LSB primero); 32 bits: float, INT, UINT (ABCD (big-endian), DCBA (little-endian), CDAB, BADC)

#### Maestro MODBUS RTU (RS232)

- Soporta baudios; 300 to 115200
- Soporta funciones; 01, 02, 03, 04, 05, 06, 15, 16
- - Soporta formatos data 8 bit; INT, UINT; 16 bit: INT, UINT (MSB or LSB first); 32 bit: float, INT, UINT (ABCD (big-endian), DCBA (little-endian), CDAB, BADC), HEX, ASCII
- Numero de bit data de 5 a 8
- Numero de bits stops 1 o 2
- Paridad None, Even, Odd
- Flow None, RTS/CTS, Xon/Xoff
- Duplex / Full duplex

#### Maestro MODBUS RTU (RS485)

- Soporta baudios; 300 to 300000
- Soporta funciones; 01, 02, 03, 04, 05, 06, 15, 16
- - Soporta formatos data 8 bit: INT, UINT; 16 bit: INT, UINT (MSB or LSB first); 32 bit: float, INT, UINT (ABCD (big-endian), DCBA (little-endian), CDAB, BADC), HEX, ASCII
- Numero de bit data 8
- Numero de bits stops 1
- Paridad None, Even, Odd
- Flow None, Xon/Xoff
- Duplex
- Half duplex

#### Envío de datos modbus al servidor

- Protocolo HTTP(S), MQTT, Azure MQTT
- MQTT Gateway
- Permite el envío de comandos y la recepción de datos de MODBUS Master a través del broker MQTT TCP Master, DNP3 Outstation, RTU Master
- DNP3 maestro TCP, estación externa DNP3

#### Monitoreo y gestión

- HTTP/HTTPS, estado, configuración, actualización de FW, CLI, resolución de problemas, registro de eventos, registro del sistema, registro del núcleo
- FOTA Actualización remota del firmware desde el servidor, notificaciones automáticas
- SSH (v1, v2)
- Estado Reinicio, Estado, WiFi on/off,
- Activación/desactivación de los datos móviles, activación/desactivación de la salida de los SMS, configuración de los SMS, envío/lectura de los SMS mediante HTTP POST/GET
- OpenACS, EasyCwmp, ACSLite, tGem, LibreACS, GenieACS, FreeACS, LibCWMP, Friendly tech, AVsystem
- Broker MQTT, editor MQTT
- SNMP (v1, v2, v3), SNMP trap
- Gestión de la API a través de HTTP/HTTPS
- Estado/control MODBUS TCP

#### Plataformas IoT

- Cloud of Things Permite la supervisión de: datos del dispositivo, datos del móvil, información de la red, disponibilidad
- ThingWorx Permite la monitorización de: tipo de WAN, IP de la WAN Nombre del operador móvil,
- Intensidad de la señal móvil, Tipo de red móvil
- Cumulocity Permite la monitorización de: Modelo del dispositivo, revisión y número de serie, ID de la célula móvil, ICCID, IMEI, tipo de conexión, operador, intensidad de la señal, tipo de WAN e IP
- Azure IoT Hub Puede enviar la IP del dispositivo, el número de bytes enviados/recibidos/el estado de la conexión 3G, el estado del enlace de red, IMEI, ICCID, modelo, fabricante, número de serie, revisión, IMSI, estado del Sim, estado del PIN, señal GSM, WCDMA RSCP WCDMA EC/IO, LTE RSRP, LTE SINR, LTE RSRQ, CELL ID, operador, número de operador, tipo de conexión, temperatura, número PIN del servidor Azure IoT Hub

#### Características

- CPU 550 MHz
- RAM 128 MB, DDR2
- FLASH storage 16 MB, SPI Flash

#### Puerto serie

- DB9 connector, full RS232 (with RTS, CTS)
- RS485 Full Duplex (4 hilos) and Half Duplex (2 hilo). 300-115200 rango de baudios
- Consola, Serial over IP, Modem, MODBUS gateway, NTRIP Client

#### USB

- USB 2.0
- Samba share, USB-to-serial
- Possibility to connect external HDD, flash drive, additional modem, printer
- Storage formats: FAT, FAT32, NTFS

#### Tarjeta SD

- Micro SD
- Samba share, Storage Memory Expansion, DLNA
- Superior a 64 GB
- Storage formatos: FAT32, NTFS, ext2, ext3, ext4

#### Alimentación

- Conector de alimentación de CC industrial de 4 pines
- 9 - 30 VDC (toma industrial de 4 polos), protección contra polaridad inversa, protección contra sobretensiones >33 V DC 10 us máx.
- PoE pasivo sobre pares de repuesto (disponible a partir de la versión de hardware 0007 y el número de lote 0010) Puerto de alimentación sobre LAN, incompatible con IEEE802.3af, 802.3at y 802.3bt

#### Interfaces físicas

- 4 x RJ-45, 10/100 Mbps
- E/S 1 entrada digital, 1 salida digital en el conector de alimentación de 4 pines
- LEDs 1 LED bicolor de estado de la conexión, 5 LEDs de intensidad de la conexión, 4 LEDs de estado de LAN y 1 LED de alimentación
- SIM 2 ranuras SIM (Mini SIM - 2FF), 1,8 V/3 V. Bandeja SIM externa
- Alimentación Toma de corriente DC industrial de 4 pines
- Antenas 2x SMA para LTE, 2x RP-SMA para antena Wi-Fi
- Reiniciar Botones para reiniciar/restablecer la configuración de fábrica

#### Seguridad

- IEC 60950-1:2005 (Second Edition) + Am 1:2009 + Am 2:2013
- AS/NZS 60950.1:2015
- EN 50665:2017, EN 62311:2008
- FCC 47 CFR Part 1 1.1310
- RSS-102 Issue 5 (2015)

#### Módulo controlador

1-PLC

#### Datos generales

- Guardado de datos 75 kB

- Entradas digitales 8 (6 contadores de gran velocidad)
- Entradas analógicas 2 (0-10 V)
- Salidas digitales 6 (4; 100 kHz tren de impulsos)

#### Datos eléctricos

- Voltaje de entrada 24 V DC
- Voltaje de entrada 24 V DC
- Rango admisible 20,4...28,8 V DC
- Intensidad de entrada 1 mA
- Salida de corriente permanente 0,5 A
- Frec. de conmutación 100 kHz
- Resolución 10 bit
- Protección contra cortocircuitos No

#### Datos mecánicos

- Dimensiones (A x Al x P) 90 x 100 x 75 mm
- Montaje carril de montaje DIN 35

#### Condiciones ambientales

- Temperatura ambiente mín. -20 °C
- Temperatura ambiente máx. 60 °C
- Protección IP20

#### Información adicional

- Interfaz Ethernet RJ45
- Comunicación PROFINET
- Autorizaciones cULus, UL, CE, UKCA
- Función tecnológica HSC (Contador de gran velocidad)
- Reloj de tiempo real Si
- Entrada de alarma Parametrizable
- Frecuencia límite 100 kHz

## 2-Entradas analógicas

#### Datos generales

- Módulo de entradas analógicas
- Entradas analógicas 8

#### Datos eléctricos

- Voltaje de entrada 24 V DC
- Rango admisible 20,4...28,8 V DC

- Resolución 0-2,5/5/10 V, 0/4-20 mA 12 bit
- Protección contra cortocircuitos No

#### Datos mecánicos

- Dimensiones (A x Al x P) 45 x 100 x 75 mm
- Montaje carril de montaje DIN 35
- Conexión roscada

#### Condiciones ambientales

- Temperatura ambiente mín. -20 °C
- Temperatura ambiente máx. 60 °C
- Protección IP20

#### Información adicional

- Autorizaciones cULus, UL, CE, UKCA
- Entrada de alarma si

### 3-Salidas analógicas

#### Datos generales

- Módulo de salidas analógicas
- Salidas analógicas 4

#### Datos eléctricos

- Voltaje de entrada 24 V DC
- Rango admisible 20,4...28,8 V DC
- Resolución 0-10 V 14 bit, 0-20 mA 12 bit
- Protección contra cortocircuitos No

#### Datos mecánicos

- Dimensiones (A x Al x P) 45 x 100 x 75 mm
- Montaje carril de montaje DIN 35
- Conexión roscada

#### Condiciones ambientales

- Temperatura ambiente mín. -20 °C
- Temperatura ambiente máx. 60 °C
- Protección IP20

#### Información adicional

- Autorizaciones cULus, UL, CE, UKCA
- Entrada de alarma si

#### 4-Micro ordenador industrial

- Procesador: Broadcom BCM2711, SoC de 64 bits Cortex-A72 (ARM v8) de 64 bits a 1,5 GHz.
- Memoria: SDRAM LPDDR4-2400 de 2GB.
- Conectividad: IEEE 802.11ac de 2.4 GHz y 5.0 GHz, Bluetooth 5.0, BLE. Gigabit Ethernet.
- 2 puertos USB 3.0; 2 puertos USB 2.0.
- 2 puertos micro-HDMI (hasta 4kp60 compatibles)
- Puerto de visualización MIPI DSI de 2 carriles.
- Puerto para cámara MIPI CSI de 2 carriles.
- H.265 (decodificación 4kp60), H264 (decodificación 1080p60, codificación 1080p30)
- Gráficos de OpenGL ES 3.0.
- Ranura para tarjeta micro-SD para cargar el sistema operativo y el almacenamiento de datos.
- 5 VCC a través del conector USB-C (mínimo 3A\*)
- 5V DC a través de la cabecera GPIO (mínimo 3A\*)
- Temperatura de funcionamiento: 0 - 50 grados C ambiente.

#### 5-Módulo de alimentación

- Entrada 220 Vca / Salidas 24 Vdc / 12 Vdc.
- Autonomía: mínima 4 horas.
- Potencia: suficiente para alimentación del controlador, los módems y la instrumentación asociada.

#### Estación tipo 2

##### Comunicaciones

- Módem BGS2-E Dual-Band GSM/GPRS
- 850/900/1800/1900MHz
- Tag NFC

##### Entradas y salidas

- 2 Entradas Digitales de propósito general
- 2 Entradas contadoras de pulsos
- 2 Entradas Analógicas
- 2 Salidas para electroválvulas (EV) a 2 hilos y 3 hilos
- 2 Salidas de telemando. Salidas de Relé

##### Canales serie

- Canal RS485 Modbus RTU

#### Tipo de conexión

- Manguera

#### Otros

- Medida de corriente interna
- Rango de alimentación 4V- 12V
- Grado de protección IP66
- Batería Litio 7,2V 3.4Ah

#### Certificados

- RoHS, CE, WEEE, ISO9001, ISO14001, ISO50001, ISO45001

### Estación tipo 3

#### Comunicaciones

- 2G/3G/4G o NB-IoT/LTE CatM.

#### Entradas y salidas

- 2 Entradas Analógicas

#### Otros

- Tensión batería 3.2V
- Capacidad de la batería 3.000 mAh
- Tensión del panel solar 0.5V
- Potencia del panel solar 420 mW
- Tensión de alimentación de sensores 3V / 5V
- Corriente de alimentación de sensores 20 mA
- Resolución del convertor analógico – digital 12 bits

### Transmisor de presión

Transmisor de presión para instalación en tubería, tipo piezorresistivo de inserción, con señal de salida 4-20 mA / 0-10 V, precisión 1% del valor fondo de escala (incluyendo linealidad, repetibilidad e histéresis).

### Sonda de conductividad

Sonda de conductividad; calibrable, salida 4 a 20 mA, cable 4m, de 0,05 a 5 pS/cm.

### Sonda de nivel

Sonda de nivel; cable PUR 15 m, de 0 a 10 bar, salida 4 a 20 mA, ip68, alimentación 10 a 30 V DC.

### Sonda de nivel de burbujeo

Equipo medidor nivel por burbujeo; de 0 a 10 bar, salida 4 a 20 mA, compresor aceite 50L, microtubo, alimentación 220V.

### Sonda humedad del suelo

Sensores de humedad de suelo; resistencia eléctrica en estado sólido, rango de 0 a 200 cPa, resolución 0,1 cPa.

### Sistema de Videovigilancia

- Cámara de vigilancia exterior 1080p, con las siguientes características técnicas mínimas: Cámara de tecnología IP y resolución 2 Megapíxeles (1920x1080 @25ips). Óptica fija 2.8 mm. Compresión H.265+/H.265/H.264+/H.264. Sensor CMOS 1/2.8" con conmutación día/noche mediante filtro mecánico. Sensibilidad en color 0,01 Lux. LEDS IR alcance 30m. WDR real 120dB, BLC, Defog, EIS, 3D DNR, ROI. Especificaciones de red: Salida Ethernet 10/100M. Triple streaming de video. Servidor Web integrado Internet Explorer. Soporta tarjeta SD hasta 128GB ( tarjeta no incluida). Nivel de protección: IP66. Alimentación 12 VDC max 500 mA y PoE (802.3 af).
- Router wifi / ethernet adsl / fibra, con las siguientes características técnicas mínimas: Conectividad (5G, WIFI, GPS9. Alimentación PoE. Velocidad (5x 10/100/1000Mbps). Puertos (4x LAN, 1x WAN). CPU: ARM Cortex-A7, 528 MHz. Memoria: 128 MB de RAM DDR3 y 128 MB de Flash. Almacenamiento extensible: 1 x Micro SD. Conector de antena: 2 conectores SMA de 50 Ω. Ranuras SIM: 2 (Mini SIM-2FF). Interfaz serial: 1 x RS232 + 1x RS485 or 2x RS485 300bps a 230400bps. DI / DO: 1 x DI (contacto seco) + 1 x DO (contacto húmedo), aislamiento galvánico 0.3A a 30VDC. Carcasa de metal IP30.

## 2.11 SERVICIOS AFECTADOS

### Servicios afectados

A lo largo del trazado de las obras se pueden ver afectados los siguientes tipos de servicios:

- A) Servicios Municipales y/o privados.
- B) Zonas Pertencientes a la otras Administraciones.

La afección de servicios y la reposición de los mismos será considerada en el proyecto de ejecución, en el plano y en el Presupuesto de las obras, en el cual se incluirán las partidas de reposición de los diferentes servicios afectados.

En cuanto a los servicios afectados por las obras objeto del futuro proyecto, se efectuará un inventario "in situ", reflejados en un cuadro-resumen, clasificados por ramales, en él se incluyen aspectos tales como: número de Pk, tipo de servicio afectado y descripción de su reposición.

### Protección ambiental

En función de las necesidades de suministro eléctrico se estudiará la obligatoriedad de someter a autorización ambiental. La actuación objeto del futuro Proyecto, al ser una obra de conducciones de saneamiento con una estación de bombeo alimentada con una línea eléctrica de

longitud no definida en esta memoria valorada, en principio NO está incluida en NINGÚN anexo de la Ley 3/2014, de 1 de octubre, de medidas normativas para reducir las trabas administrativas para las empresas que modifica el Anexo I de la Ley 7/2207, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental que fue modificado por el Anexo I Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada. Por lo que, esta actuación no está sometida a Autorización Ambiental.

Se incluirá igualmente, en el proyecto de ejecución el pertinente Anejo de “Estudio Ambiental y de Medidas Correctoras”.

### 3 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LA OBRA CIVIL

#### 3.1 NORMAS Y PRESCRIPCIONES GENERALES

El Contratista estará obligado a establecer contacto, antes de dar comienzo a las obras, con el Ingeniero Director de las Obras, con el fin de recibir del mismo las instrucciones particulares referentes a las medidas de seguridad a adoptar, así como las autorizaciones escritas que se consideren eventualmente necesarias y cualquier otra prescripción que se considere conveniente.

El Contratista informará anticipadamente al Ingeniero Director acerca de cualquier variación de los trabajos a lo largo de la obra.

En el caso de que se observe falta de cumplimiento de las presentes normas, las obras quedarán interrumpidas hasta que el Contratista haya dado cumplimiento a las disposiciones recibidas.

- En el caso de producirse incidentes o cualquier clase de hechos lesivos para los usuarios y sus bienes por efecto de falta de cumplimiento de las normas de seguridad, la responsabilidad de aquellos recaerá sobre el Contratista, el cual asumirá las consecuencias de carácter legal.

Ninguna obra podrá realizarse en caso de niebla, de precipitaciones de nieve o de condiciones que puedan, de alguna manera, limitar la visibilidad o las características de adherencia del piso.

- En el caso de que aquellas condiciones negativas se produzcan una vez iniciadas las obras, éstas deberán ser suspendidas inmediatamente, con la separación de todos y cada uno de los elementos utilizados en las mismas y de sus correspondientes señalizaciones, no dando ello lugar en ningún caso a indemnización alguna por parte de la Administración.
- La presente norma no se aplica a los trabajos que tienen carácter de necesidad absoluta en todos los casos de eliminación de situaciones de peligro para la circulación. Tal carácter deberá ser decidido en todo caso por el Ingeniero Director, a quien compete cualquier decisión al respecto.
- El Director de Obra ratificará o rectificará el tipo de señal a emplear conforme a las normas vigentes en el momento de la construcción, siendo de cuenta y responsabilidad del Contratista el establecimiento, vigilancia y conservación de las señales que sean necesarias.
- El Contratista señalará la existencia de zanjas abiertas, impedirá al acceso a ellas a todas las personas ajenas a la obra y vallará toda zona peligrosa, debiendo establecer la vigilancia necesaria, en especial por la noche, para evitar daños al tráfico y a las personas que hayan de atravesar la zona de las obras.

El Contratista bajo su cuenta y responsabilidad, asegurará el mantenimiento del tráfico en todo momento durante la ejecución de las obras.

Cuando la ausencia de personal de vigilancia o un acto de negligencia del mismo produzca un accidente o cualquier hecho lesivo para los usuarios o sus bienes, la responsabilidad recaerá sobre el Contratista, el cual asumirá todas las consecuencias de carácter legal.

A la terminación de las obras, el Contratista deberá dejar perfectamente limpio y despejado el tramo de caminos o carreteras que se ocuparan, sacando toda clase de materiales y de desperdicios de cualquier tipo que existieran allí por causa de la obra.

- Si se precisase realizar posteriores operaciones de limpieza debido a la negligencia del Contratista, serán efectuadas por el personal de conservación, con cargo al Contratista.
- En los casos no previstos en estas normas o bien en situaciones de excepción (trabajos de realización imprescindible en condiciones precarias de tráfico o de visibilidad), el Ingeniero Director podrá dictar al Contratista disposiciones especiales en sustitución o en derogación de las presentes normas.

La búsqueda de préstamos y vertederos, y su abono a los propietarios será por cuenta y cargo del Contratista, independientemente de que el proyectista proponga o no un determinado vertedero como consecuencia de los estudios realizados al efecto durante la redacción del Proyecto.

## 3.2 PRESCRIPCIONES GENERALES PARA TODOS LOS MATERIALES

### 3.2.1 PROCEDENCIA

Cada uno de los materiales cumplirá las condiciones que se especifican en los artículos siguientes, que habrán de comprobarse siempre mediante los ensayos correspondientes. La puesta en obra de cualquier material no atenuará en modo alguno el cumplimiento de las especificaciones.

El Contratista propondrá los lugares de procedencia, fábricas o marcas de los materiales, que habrán de ser aprobados por la Dirección de Obra previamente a su utilización.

Esta aprobación se considerará otorgada si la Dirección de Obra no expresa lo contrario en un plazo de diez (10) días naturales a partir del día en que el Contratista formule su propuesta de procedencia del material y entregue, en su caso, a la Dirección de Obra las muestras precisas para los ensayos. La Dirección de Obra podrá ampliar este plazo, comunicándolo así al Contratista dentro de él, siempre que los ensayos o pruebas necesarias para determinar la calidad de los materiales así lo exijan.

Para el caso de que los materiales a suministrar sean importados, el Contratista deberá presentar a la Dirección de Obra:

- Certificado de origen
- Certificado de calidad del fabricante (con inclusión de pruebas si le fueran requeridas)
- Factura proforma a los quince días de la emisión del pedido

Asimismo, el Contratista debe informar adecuadamente a la Dirección de Obra sobre las posibilidades de acogerse a los beneficios de exención arancelaria.

Todos los gastos derivados de esta tramitación serán de cuenta y cargo del Contratista.

### 3.2.2 CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales que se empleen en las obras objeto del presente Proyecto, deberán cumplir las condiciones que se exigen en las presentes Prescripciones, y las normas que les sean de aplicación, y ser aprobados por la Dirección de Obra. Cualquier trabajo que se realice con materiales no ensayados, o que no hayan sido aprobados por la Dirección de Obra, será considerado como defectuoso, o incluso rechazable.

El Contratista deberá, por su cuenta suministrar a los laboratorios designados y posteriormente retirar, una cantidad suficiente de material a ensayar.

El Contratista establecerá a pie de obra el almacenaje o ensilado de los materiales, con la suficiente antelación para que pueda asegurarse el control de calidad de los mismos, antes de su empleo en obra, debiendo establecer la suficiente garantía y protección con objeto de asegurar el mantenimiento de sus características para su empleo en obra.

Los materiales rechazados deberán ser inmediatamente retirados de la obra con cargo al Contratista, o vertidos en los lugares que la Dirección de Obra indique.

En el caso que se utilicen elementos prefabricados, el control de Calidad de los mismos, se realizará en los talleres o lugar de fabricación.

Cuando los materiales no cumplan la calidad exigida en estas Prescripciones, o se demuestre que no son adecuados para su utilización, la Dirección de Obra, deberá ordenar al Contratista que a su costa los reemplace por otros que satisfagan las condiciones exigidas.

### 3.2.3 EXAMEN Y PRUEBA DE LOS MATERIALES

#### 3.2.3.1 PRESENTACIÓN PREVIA DE MUESTRAS

No se podrá realizar el acopio ni empleo de ninguna clase de materiales sin que, previamente, se hayan presentado por el Contratista muestras adecuadas para que puedan ser examinadas y aceptadas, en su caso, en los términos y forma prescritos en estas Prescripciones o que en su defecto pueda decidir la Dirección de Obra.

#### 3.2.3.2 ENSAYOS

Las pruebas y ensayos ordenados, se llevarán a cabo en el laboratorio que designe la Dirección de Obra. Se utilizarán para los ensayos, las normas que en los diversos artículos de este capítulo se fijan.

Se indican en el presente Pliego, con las siglas N.L.T., las normas publicadas por el Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo del "Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas."

M.E. indica métodos de ensayo mencionado en Código Estructural Español, especial para estructuras de hormigón armado.

Se designan por UNE las normas emitidas por la Asociación Española de Normalización y Certificación y por A.S.T.M. las normas de la "American Society for Testing of Materials."

El número de ensayos que se fija en cada artículo es mínimo y en el caso de indicarse varios criterios para determinar su frecuencia, se tomará aquel que exija una frecuencia mayor.

La Dirección de Obra podrá modificar la frecuencia y tipo de dichos ensayos con objeto de conseguir el adecuado control de calidad de los trabajos, y podrá exigir al Contratista la realización de ensayos no previstos en el Proyecto.

En caso de que el Contratista no estuviera conforme con los resultados de los ensayos realizados, se someterá la cuestión al Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción, del "Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas", siendo obligatoria, para ambas partes, la aceptación de los resultados que en él se obtengan.

### 3.2.3.3 GASTOS DE LOS ENSAYOS

Todos los gastos de prueba y ensayos, de los materiales, serán en todo caso de cuenta del Contratista, y se consideran incluidos en los precios de unidades de obra. El Contratista suministrará por su cuenta, a los laboratorios señalados por la Dirección de Obra, y de acuerdo con ellos, una cantidad suficiente del material a ensayar.

### 3.2.4 TRANSPORTE Y ACOPIO

El transporte de los materiales hasta los lugares de acopio o de empleo, se efectuará en vehículos 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.

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. La Dirección de Obra podrá ordenar, si lo considera necesario, el uso de plataformas adecuadas, cobertizos o edificios provisionales para la protección de aquellos materiales que lo requieran.

La Dirección de Obra podrá rechazar todo material que por defecto de transporte o de almacenamiento no cumpla con las condiciones exigidas.

### 3.2.5 MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no sean de recibo, ni satisfagan a las condiciones impuestas a cada uno de ellos en particular, en estas Prescripciones.

### 3.2.6 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La recepción de los materiales, no excluye la responsabilidad del Contratista por la calidad de ellos, y quedará subsistente hasta que se reciban las obras en que dichos materiales se hayan empleado.

## 3.3 OBRAS PREPARATORIAS Y ACCESOS

### 3.3.1 DEFINICIÓN

Este artículo comprende la totalidad de los trabajos preparatorios, obras auxiliares y accesos necesarios para la ejecución de los trabajos objeto del contrato, incluyendo el mantenimiento de dichas instalaciones y accesos hasta la recepción de la obra. Incluye también las previsiones que han de tomarse para la preservación y restauración del medio ambiente local, durante y hasta la recepción de los trabajos.

### 3.3.2 OBRAS PREPARATORIAS

El Contratista ejecutará los siguientes trabajos preparatorios, de acuerdo al Programas de Trabajo:

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

Suministro y transporte al lugar del equipo principal de construcción y de todas las herramientas y utensilios requeridos.

Montaje de plantas y demás instalaciones para la construcción.

Construcción, si es necesario, de oficinas, talleres, almacenes, campamentos, viviendas, polvorines y demás instalaciones para la construcción.

Acondicionamiento de áreas de almacenamiento de materiales, áreas de estacionamiento y áreas de disposición de desperdicios.

Equipamiento de las instalaciones provisionales con sus correspondientes servicios de: agua potable, instalaciones sanitarias, depuración de aguas negras, instalaciones eléctricas, comunicaciones y demás.

Retirada de equipos del lugar de trabajo una vez terminada la totalidad de la obra.

Demolición de las obras preparatorias y no permanentes que indique la Dirección de la Obra, retirada de los materiales resultantes y restauración del paisaje natural.

El Contratista deberá someter a la Dirección de Obra, para su aprobación, los posibles sitios de ubicación de las instalaciones provisionales con sus correspondientes planos detallados, programa de instalación, etc. Así mismo deberá presentar los esquemas de funcionamiento de las plantas con indicación de sus eficiencias y capacidades.

El Contratista deberá suministrar a la Dirección de Obra cualquier plano o información adicional que ésta considere necesarios con relación a las instalaciones y obras provisionales.

El Contratista deberá garantizar la calidad del agua potable, para lo cual procederá mensualmente o cuando la Dirección de Obra lo juzgue conveniente, a efectuar el análisis bacteriológico y químico del agua potable. En caso de no ser satisfactorio el resultado del análisis procederá a revisar las instalaciones y el tratamiento dado al agua y a realizar nuevos análisis, hasta la obtención de una calidad de agua adecuada.

El Contratista será responsable del suministro de energía, así como de la instalación y mantenimiento del sistema de comunicaciones.

Si fueran necesarios, los polvorines se construirán de acuerdo a las normas vigentes en el momento de su instalación y se revisarán si se modifican estas normas durante el período de construcción.

Los desechos provenientes de las instalaciones anteriormente descritas deberán ser dispuestos en las áreas de vertedero aprobadas por la Dirección de Obra.

### 3.3.3 CARRETERAS Y ACCESOS

El Contratista deberá construir y mantener aquellas vías de acceso e interiores necesarias para la realización de las obras cuyo trazado y características de sección deberán ser sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra.

La construcción de estas obras no afectará al normal nivel de servicio de las carreteras y caminos de la zona. Así mismo el Contratista será responsable de la reparación de los daños que como consecuencia de las obras se produzcan en aquellas.

### 3.3.4 DESVÍOS PROVISIONALES

Se define como desvíos provisionales y señalización durante la ejecución de las obras al conjunto de obras accesorias, medidas y precauciones que el Contratista está obligado a realizar y adaptar durante la ejecución de las obras para mantener la circulación en condiciones de seguridad.

Estos trabajos se realizarán conforme a la Orden Circular nº 300/89 P.P. de la Dirección General de Carreteras y a la Instrucción 8.3-I.C., siendo obligación por parte del Contratista de dar cumplimiento a lo dispuesto en los artículos 2, 3, 4, 5 y 6 de la O.M. de 31 de agosto de 1987.

### 3.3.5 EQUIPOS

El Contratista realizará el suministro, transporte e instalación en las áreas aprobadas, de todo el equipo, herramientas y utensilios requeridos para la ejecución de los trabajos estipulados en el contrato. Al finalizar la obra retirará a sus expensas el equipo utilizado.

### 3.3.6 DERECHO DE PASO

El Contratista proveerá de paso continuo y seguro a las personas y vehículos que utilicen los caminos y vías de comunicación afectados por las obras.

Se tomarán las medidas necesarias para evitar accidentes, empleando señales adecuadas y a satisfacción de la Dirección de Obra.

### 3.3.7 REPARACIÓN DE DAÑOS

Durante el período de construcción el Contratista podrá utilizar las áreas de trabajo aprobadas, carreteras y áreas de estacionamiento existentes y las que él construya, con la condición de que repare, tanto durante el desarrollo de la obra, como al finalizar ésta, los daños que se ocasionen en dichas carreteras, obras anexas y en propiedades privadas, de tal manera que queden a satisfacción de la Dirección de Obra.

### 3.3.8 DEMOLICIÓN DE OBRAS TEMPORALES

El Contratista al finalizar la obra, deberá demoler las obras temporales que la Dirección de Obra crea innecesarias y retirar todos los materiales resultantes a los lugares de deshecho o al lugar que indique ésta.

### 3.3.9 RESTAURACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE LOCAL

Toda la modificación o destrucción del paisaje natural como consecuencia de rellenos, cortes, deforestaciones, edificaciones desmanteladas, quemas, etc., debe ser restaurado de acuerdo a un plan elaborado por el Contratista y sometido a la consideración de la Dirección de Obra, con sesenta (60) días de anticipación al inicio de estos trabajos.

### 3.3.10 MEDICIÓN Y ABONO

Los trabajos incluidos en este apartado no serán, en general, de abono, excepto cuando así lo estipulen otros apartados del Pliego o el Presupuesto. Estos gastos necesarios se consideran incluidos en los precios de las distintas unidades de obra, dentro del porcentaje de costos indirectos.

## 3.4 EXPLANACIONES. DESBROCE

### 3.4.1 DEFINICIÓN

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio del Director de las Obras.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo.
- La tierra vegetal deberá ser siempre retirada, excepto cuando vaya a ser mantenida según lo indicado en el Proyecto o por el Director de las Obras.

### 3.4.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

### 3.4.3 REMOCIÓN DE LOS MATERIALES DE DESBROCE.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Debe retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes, según las profundidades definidas en el Proyecto y verificadas o definidas durante la obra.

En zonas muy blandas o pantanosas la retirada de la capa de tierra vegetal puede ser inadecuada, por poder constituir una costra más resistente y menos deformable que el terreno subyacente. En estos casos y en todos aquellos en que, según el Proyecto o el Director de las Obras, el mantenimiento de dicha capa sea beneficioso, ésta no se retirará.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas existentes.

El Contratista deberá disponer las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados. Cuando dichos elementos resulten dañados por el Contratista, éste deberá reemplazarlos, con la aprobación del Director de las Obras, sin costo para la Propiedad.

Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm), por debajo de la rasante de la explanación.

Fuera de la explanación los tocones de la vegetación que a juicio del Director de las Obras sea necesario retirar, en función de las necesidades impuestas por la seguridad de la circulación y de la incidencia del posterior desarrollo radicular, podrán dejarse cortados a ras de suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce, y se compactarán conforme a lo indicado en este Pliego hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones del Director de las Obras.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados, luego se cortarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente, a disposición de la Administración y separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados. Salvo indicación en contra del Director de las Obras, la madera no se troceará a longitud inferior a tres metros (3 m).

Los trabajos se realizarán de forma que no se produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

### 3.4.4 RETIRADA Y DISPOSICIÓN DE LOS MATERIALES OBJETO DE DESBROCE

Todos los productos o subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, establezca el Proyecto u ordene el Director de las Obras. En principio estos elementos serán quemados, cuando esta operación esté permitida y sea aceptada por el Director de las Obras. El Contratista deberá disponer personal especializado para evitar los daños tanto a la vegetación como a bienes próximos. Al finalizar cada fase, el fuego debe quedar completamente apagado.

Los restantes materiales serán utilizados por el Contratista, en la forma y en los lugares que señale el Director de las Obras.

La tierra vegetal procedente del desbroce debe ser dispuesta en su emplazamiento definitivo en el menor intervalo de tiempo posible. Sera reutilizada en las labores de revegetación previstas en el EIA. debe guardarse en montones de altura no superior a dos metros (2 m). Debe evitarse que sea sometida al paso de vehículos o a sobrecargas, ni antes de su remoción ni durante su almacenamiento, y los traslados entre puntos deben reducirse al mínimo.

Si se proyecta enterrar los materiales procedentes del desbroce, estos deben extenderse en capas dispuestas de forma que se reduzca al máximo la formación de huecos. Cada capa debe cubrirse o mezclarse con suelo para rellenar los posibles huecos, y sobre la capa superior deben extenderse al menos treinta centímetros (30 cm) de suelo compactado adecuadamente. Estos materiales no se extenderán en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua.

Si el vertido se efectúa fuera de la zona afectada por el Proyecto, el Contratista deberá conseguir, por sus medios, emplazamientos adecuados para este fin, que deberán ser aprobados por el Director de las Obras, y deberá asimismo proporcionar al Director de las Obras copias de los contratos con los propietarios de los terrenos afectados.

### 3.4.5 MEDICIÓN Y ABONO

El desbroce del terreno se abonará de acuerdo con lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Si en dicho Pliego no se hace referencia al abono de esta unidad, se entenderá comprendida en las de excavación.

En esta unidad de obra se considera incluida la obtención de los permisos necesarios para el vertido del material procedente del desbroce.

Las medidas de protección de la vegetación y bienes y servicios considerados como permanentes no serán objeto de abono independiente. Tampoco, se abonará el desbroce de las zonas de préstamo.

La presente unidad se medirá por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) reales, de acuerdo con los planos y secciones tipo del proyecto, al siguiente precio correspondiente del Cuadro de Precios.

## 3.5 DEMOLICIONES

### 3.5.1 DEFINICIÓN

Consiste en la demolición de todas las construcciones que obstaculicen las obras o que sea necesario hacer desaparecer para dar por concluidas las mismas.

Cabe distinguir dos casos fundamentales:

- Demolición de obra de fábrica o macizos.
- Demolición de edificación.
- Corte y demolición de pavimento de hormigón o aglomerado asfáltico

El método de demolición será de libre elección del Contratista, previa aprobación del Ingeniero Director.

### 3.5.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las operaciones de derribo se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director de la Obra, quien designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos.

Dentro de la demolición del elemento quedará incluida la excavación (para aquellos elementos o partes de ellos que estén enterrados) correspondiente para dejar el elemento al descubierto, de manera que pueda ser accesible para su demolición o retirada.

Cuando haya que demoler elementos de contención habrá que vaciar los materiales que graviten sobre el elemento a demoler.

Queda totalmente prohibido el empleo de explosivo, salvo en aquellos lugares en que se especifique explícitamente.

En el caso de muros se deberá crear un plano de discontinuidad mediante taladros perforados en la unión de alzado y zapata.

Si el Director de las Obras estimara oportuno emplear alguno de los materiales de la demolición en la obra se encontrarán incluidas las labores de:

- perforación y troceo, hasta la granulometría que sea necesaria para obtener un pedraplén.
- limpieza de los mismos.
- acopio y transporte en la forma y lugares que señale el director de las obras.

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

Los materiales que resulten de los derribos y que no hayan de ser utilizados en obra serán retirados a vertedero.

### 3.5.3 MEDICIÓN Y ABONO

Las demoliciones de firmes, aceras e isletas no contempladas explícitamente en el Proyecto se considerarán incluidas en la unidad de excavación, no dando por tanto lugar a medición o abono por separado.

Si en el Proyecto no se hace referencia a la unidad de demoliciones, se entenderá que está comprendida en las de excavación, y por tanto, no habrá lugar a su medición ni abono por separado.

Se abonarán según marque el cuadro de precios.

## 3.6 EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO

### 3.6.1 DEFINICIÓN

Se consideran dentro de esta Unidad los trabajos necesarios para las operaciones preparatorias, el arranque, carga, operaciones intermedias y transporte a lugar de empleo, de los materiales necesarios para la obtención de una superficie de apoyo del depósito.

No se incluyen en este apartado la excavación en zanjas, y pozos.

Las excavaciones, en general, están definidas en el artículo 320 del PG-3, y se puede indicar que, por su naturaleza a efectos de las presentes prescripciones, se clasifican en los siguientes tipos:

Excavación en roca: la realizada en aquellos materiales que presenten características de roca y cuya remoción exija el uso de retroexcavadora equipada con martillo o bulldózer con ripper y cuya velocidad de propagación de la onda sísmica sea superior a 2500 m/seg.

Excavación en terrenos de cualquier naturaleza o consistencia corresponde a la realizada en terrenos constituidos por tierras muy compactas con existencia de rocas descompuestas y que, en general, para su excavación sea necesario el empleo de medios mecánicos.

En caso de discrepancia sobre la definición del tipo de excavación en algún caso dudoso, prevalecerá la opinión de la Dirección de obra.

### 3.6.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El método de excavación deberá contar con la aprobación escrita de la Dirección de Obra, pudiendo ser variado por ésta durante la ejecución de la obra según las condiciones del material excavado.

Aunque los planos definen las líneas de excavación previstas para la cimentación de las estructuras a construir, en función de la calidad del cimiento, la Dirección de Obra podrá introducir las modificaciones que estime oportunas.

En cada una de las explanadas definidas en los Planos se admitirá una diferencia máxima de diez (10) centímetros entre cotas extremas de la explanación resultante, en cuyo intervalo ha de estar comprendida la correspondiente cota de proyecto. Cuando tales tolerancias no se especifiquen, los criterios de tolerancia serán establecidos por la Dirección de Obra.

La forma y dimensiones de las excavaciones son, en general, las reflejadas en los planos o descritas en los textos. Sin embargo, la Dirección de Obra podrá:

Variar la profundidad, anchura y longitud de las excavaciones e incrementar o reducir los taludes de las mismas.

Exigir el uso de bermas de las dimensiones que estime adecuadas en taludes permanentes, reflejados o no en los planos, si tales medidas contribuyen a mejorar la seguridad o a aumentar la economía.

También tendrá derecho a variar la línea de excavación de cualquier zona después de iniciada la excavación en la misma. Esta sobreexcavación, caso de haberla, tendrá la misma unidad de obra y precio que la establecida para esta zona.

El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra toda excavación ejecutada y no podrá rellenarla o cubrirla con ningún material, sin su aprobación, y en caso de hacerlo, deberá descubrirla a sus expensas.

El Contratista tomará las medidas de seguridad necesarias (anclajes, soportes, vigas ancladas, saneos, etc.) para que las excavaciones provisionales o definitivas se realicen y mantengan dentro de los límites de seguridad normales. Tales medidas serán a su cargo, excepto cuando la Dirección de Obra, a la vista de las características geológicas y geotécnicas de la zona, estime que deben abonarse. En todo caso el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra el plan de medidas proyectadas.

Si fuese indispensable, para evitar excesos de excavación inadmisibles, podrá la Dirección de Obra prescribir las entibaciones que el Contratista habrá de emplear sin que por tal concepto pueda exigir incremento sobre los precios estipulados.

Cuando aparezca agua en las excavaciones que se estén realizando, el Contratista utilizará los medios e instalaciones necesarios para su evacuación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados con este fin, entendiéndose que están cubiertos por el precio de la excavación.

Las voladuras necesitarán la aprobación escrita de la Dirección de Obra, una vez se hayan tomado las precauciones del caso para la protección de las personas, la obra y las propiedades cercanas.

El Contratista usará técnicas de voladura controlada y someterá a aprobación escrita de la Dirección de Obra con una anticipación de cuarenta y ocho (48) horas como mínimo, los métodos de perforación y voladura a usar indicando:

Número, localización, diámetro y profundidad de las perforaciones, mostradas en un plano a escala.

Tipo y potencia del explosivo, tamaño del cartucho y peso del explosivo en cada perforación.

Cantidad total de explosivos por voladura y máxima cantidad de explosivos utilizados por retardo.

Patrón de voladura, mostrando los intervalos de retardo propuestos para cada perforación y la marca y tipo del fulminante y explosivo.

Las voladuras serán realizadas bajo la supervisión de personal competente y cualquier daño que se ocasione deberá ser reparado por el Contratista a sus expensas.

El transporte, almacenamiento y uso de explosivos y fulminantes deberá cumplir con las normas oficiales establecidas. Las cápsulas y otros fulminantes no se deberán transportar, almacenar o tener en el mismo sitio en que se transporte o almacene dinamita u otros explosivos.

El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias y razonables para preservar el terreno de cimentación de las estructuras y en general todo el terreno vecino a las líneas de excavación, en la condición más firme posible, a cuyo fin se usarán explosivos de potencia adecuada y en cantidades moderadas con ayuda de fulminantes de retardo. Al acercarse la excavación a sus líneas finales, la cantidad de explosivo se disminuirá y si fuese necesario, a juicio de la Dirección de Obra, se suspenderán las voladuras debiendo concluirse la excavación mediante picos o martillos neumáticos.

Aunque haya sido aprobado con anterioridad un sistema de perforación y voladura, la Dirección de Obra podrá ordenar cambios, en caso de considerarlos necesarios, a fin de evitar sobreexcavaciones o daños a las estructuras. La Dirección de Obra deberá aprobar las operaciones de voladura que realice el Contratista, sin que esto releve a éste de sus responsabilidades.

En caso de considerarlo necesario, la Dirección de Obra podrá ordenar la realización de voladuras de prueba en los sitios que juzgue conveniente, siendo las mismas por cuenta del Contratista.

Todos los materiales aprovechables, a juicio de la Dirección de Obra que se obtengan de las excavaciones, serán utilizados en la formación de rellenos, transportándolos directamente desde la zona de excavación a la de utilización más próxima.

El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra las zonas de colocación de los materiales procedentes de las diferentes excavaciones. Se intentará la utilización máxima de los mismos, dentro de las exigencias de calidad definidas. Irán a vertedero todos los materiales excavados que estén formados por turbas, humus, materiales congelados, etc., aquellos señalados como inadecuados y aquellos que, como tales, rechace la Dirección de Obra. Los vertederos podrán ser los propuestos por el Contratista, sean aprobados por la Dirección de Obra. Esta aprobación será tanto en su implantación como en el estado de terminación en que se dejen, una vez vertidos los materiales que se lleven a ellos.

Toda excavación realizada por conveniencia del Contratista o excavación realizada en exceso sobre los perfiles prescritos, por cualquier razón excepto si fuese ordenada por la Dirección de Obra, y sea o no debido a defecto de ejecución, será a expensas del Contratista.

Los taludes de las excavaciones serán conservados hasta el momento de ejecución de las obras. La limpieza de los taludes o zanjas derrumbadas, correrá por cuenta del Contratista.

### 3.6.3 MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>), medidos por diferencias entre perfiles tomados del terreno antes y después de la excavación, y se abonarán al precio previsto en el Cuadro de Precios Nº 1.

Cuando las mediciones realizadas superen las teóricas deducidas de los planos o de los criterios especificados en el Proyecto, no serán de abono los excesos resultantes, salvo autorización previa de la Dirección de Obra. En ningún caso se abonarán más de las unidades realmente ejecutadas.

Se consideran incluidas dentro de las unidades de este capítulo todas las operaciones preparatorias, las de arranque, taqueos ocasionales, ripados, puntero y martillo rompedor o voladura, carga y transporte a las zonas donde indique la Dirección de Obra, incluso caballeros.

Se consideran también incluidas, las operaciones de agotamiento, ejecución por fases, y demás operaciones descritas en el apartado de ejecución de las obras. Se exceptúan las excavaciones en zanjas y pozos.

No serán de abono las excavaciones que el Contratista realice fuera del perfil de la excavación para construir rampas o caminos de acceso.

Solamente serán de abono las sobreexcavaciones motivadas por las condiciones geotécnicas del terreno de cimentación resultante, y que hayan sido previamente aprobadas por la Dirección de Obra.

## 3.7 EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS

### 3.7.1 DEFINICIÓN

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, entibación, posibles agotamientos, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

La excavación se clasifica según el tipo de material a excavar en excavación en terreno de tránsito y excavación en roca, entendiéndose por este concepto lo mismo que lo indicado en el artículo 320 del presente Pliego.

### 3.7.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista notificará al Director de las Obras, 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 del Director de las Obras.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el Director de las Obras autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en el Proyecto y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, el Director de las Obras podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

Se vigilarán con detalle las franjas que bordean la excavación, especialmente si en su interior se realizan trabajos que exijan la presencia de personas.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene el Director de las Obras.

Se tomarán las precauciones necesarias para impedir la degradación del terreno de fondo de excavación en el intervalo de tiempo que medie entre la excavación y la ejecución de la cimentación u obra de que se trate.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

En aquellos casos en que se hayan previsto excavaciones con entibación, el Contratista podrá proponer al Director de las Obras efectuarlas sin ella, explicando y justificando de manera exhaustiva las razones que apoyen su propuesta. El Director de las Obras podrá autorizar tal modificación, sin que ello suponga responsabilidad subsidiaria alguna. Si en el Contrato no figurasen excavaciones con entibación y el Director de las Obras, por razones de seguridad, estimase conveniente que las excavaciones se ejecuten con ella, podrá ordenar al Contratista la utilización de entibaciones, sin considerarse esta operación de abono independiente.

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para agotarla. El agotamiento desde el interior de una cimentación deberá ser hecho de forma que no provoque 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 desde el hormigonado. El Contratista someterá a la aprobación del Director de las Obras 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 o pozos, ejecutados de acuerdo con los planos y órdenes del Director de las Obras, resulten inestables y, por tanto, den origen a desprendimientos antes de la recepción de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos.

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 aquéllos, y previa autorización del Director de las Obras.

Los sobreechanos de excavación necesarios para la ejecución de la obra deberán estar contemplados en el Proyecto o, en su defecto, aprobados, en cada caso, por el Director de las Obras.

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.

Las sobreexcavaciones no autorizadas deberán rellenarse de acuerdo con las especificaciones definidas por el Director de las Obras, no siendo esta operación de abono independiente.

Para el empleo de los productos de la excavación, serán aplicables las prescripciones del apartado 320.3.4 del PG-3.

### 3.7.3 MEDICIÓN Y ABONO

La excavación en zanjas o pozos se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) deducidos a partir de las secciones en planta y de la profundidad ejecutada.

Se abonarán los excesos autorizados e inevitables.

El precio incluye las entibaciones, agotamientos, transportes de productos a vertedero, y el conjunto de operaciones y costes necesarios para la completa ejecución de la unidad.

No serán de abono los excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección tipo teórica, por defectos imputables al Contratista, ni las excavaciones y movimientos de tierra considerados en otras unidades de obra.

No serán de abono las sobreexcavaciones que el Contratista ejecute en desacuerdo con lo expuesto, ni siquiera en el caso de que las realizara para construir rampas de acceso provisionales.

Asimismo, no será de abono cualquier incremento de excavación producido como consecuencia del procedimiento constructivo utilizado por el Contratista.

Solamente serán de abono las sobreexcavaciones motivadas por condiciones geológicas, como derrumbes, hundimientos producidos en circunstancias inevitables etc. Las excavaciones incluidas dentro de este capítulo se abonarán a los precios establecidos en el Cuadro de Precios Nº 1, definidos en el Proyecto, según el tipo de terreno que se excave, roca o terreno suelto, para cualquier profundidad y tipo de terreno de los definidos anteriormente.

La aplicación del tipo de precio a utilizar según el tipo de terreno, deberá ser aprobada por la Dirección de Obra. Los precios incluyen todos los medios y operaciones necesarias para efectuar la excavación, como los desvíos provisionales, elementos de seguridad, entibaciones y los agotamientos. Se incluyen también las posibles operaciones a efectuar para mantener separados o separar materiales que puedan ser aprovechables durante la construcción, para efectuar rellenos, así como el refino de taludes en las zonas excavadas.

En ningún caso se abonarán más de las unidades realmente ejecutadas. El abono de esta unidad se realizará a los precios del Cuadro de Precios Nº 1

## 3.8 RELLENOS DE LAS ZANJAS DE CONDUCCIÓN

### 3.8.1 DEFINICIÓN

Este apartado se refiere a los trabajos necesarios para la extensión y compactación de los materiales procedentes de las excavaciones en el relleno de las zanjas realizadas para la instalación de las tuberías, a excepción de los rellenos con escolleras y hormigones en zonas concretas y localizadas, como cruces de cauces y carreteras.

### 3.8.2 MATERIALES

Dentro de este apartado se indican, las características que deben cumplir, los materiales a emplear en los distintos tipos de rellenos definidos en las secciones tipo de las zanjas de las conducciones, según se indica en los planos correspondientes.

#### 3.8.2.1 PROCEDENTES DE LA EXCAVACIÓN

Se define como tal, el material que, sin ningún tipo de clasificación o selección, reúna las características para el relleno de zanjas, en aquellas zonas especificadas en los planos, o indicado en estas Prescripciones.

Este material deberá cumplir, como mínimo, las características correspondientes a los suelos adecuados, indicadas en el artículo 330 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes, en lo sucesivo PG-3, que son las siguientes:

- Carecerán de elementos de tamaño superior a diez (10) centímetros, y su cernido por el tamiz 0,080 UNE, será inferior al treinta y cinco por ciento (35%) en peso.
- El límite líquido será inferior a 40 (LL<40).
- La densidad máxima correspondiente al ensayo Proctor Normal no será inferior a un kilogramo con setecientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (1,750 kg/dm<sup>3</sup>).
- El índice C.B.R. será superior a cinco (5) y el hinchamiento, medido en dicho ensayo será inferior al dos por ciento (2%).
- El contenido de materia orgánica, será inferior al uno por ciento (1%).

#### 3.8.2.2 MATERIAL SELECCIONADO TIPO S2 PROCEDENTE DE CANTERA.

Se define como tal al material procedente de cantera que, tras ser sometido a un proceso de selección, alcance como mínimo, las características correspondientes a los "suelos seleccionados", tipo S2. Este material se utilizará en aquellas zonas que se encuentren definidas en los planos, o indicadas en estas Prescripciones.

Las características fundamentales que tendrán que cumplir son las siguientes:

- Carecerán de elementos de tamaño superior a veinte (20) milímetros y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al veinticinco por ciento (25%) en peso.
- Cumplirá simultáneamente que su límite líquido será menor de treinta (LL<30) y su índice de plasticidad menor que diez (IP<10).
- El índice C.B.R. será superior a diez (10) y no presentará hinchamiento en dicho ensayo.
- Estarán exentos de materia orgánica.

#### 3.8.2.3 MATERIAL GRANULAR PARA LA CAMA DE ASIENTO DE LAS TUBERÍAS

Se define como material para la capa de asiento de las tuberías, el material granular de tipo zahorra o arena de río cuyo tamaño máximo sea de 5 mm.

Este tipo de material, se utilizará para el apoyo de las tuberías de cualquier diámetro, en la base de las zanjas.

La densidad obtenida en el Ensayo Proctor Normal será superior a 1 950 Kg/m<sup>3</sup>.

### 3.8.2.4 CONTROL DE CALIDAD

El Contratista comprobará mediante los ensayos correspondientes, que los materiales a emplear cumplen con las características exigidas a cada uno de los tipos de relleno, indicados en este Artículo. Los ensayos se realizarán sobre una muestra representativa, siendo el tipo y periodicidad de los mismos siguientes:

Por cada mil (1.000) m<sup>3</sup> o fracción de tierras empleadas en rellenos se realizarán los siguientes ensayos:

- Un (1) análisis granulométrico (NLT - 104)
- Un (1) ensayo de límites de Atterberg (NLT - 105 y 106)
- Un (1) ensayo Proctor Normal (NLT - 107) o Proctor Modificado
- Un (1) ensayo de contenido en materia orgánica (NLT 117)
- Un (1) ensayo de determinación del índice C.B.R (NLT - 112)
- Un (1) ensayo de humedad "in situ" (NLT- 102/103)

### 3.8.3 EJECUCIÓN DEL RELLENO DE ZANJAS DE TUBERÍAS

Consiste esta unidad de obra en la extensión y compactación de los materiales procedentes de excavaciones o de préstamos en el relleno de las zanjas de las conducciones, sea cualquiera el equipo que se utilice para la compactación y refinado de superficie.

Todo ello se realizará de acuerdo con las presentes Prescripciones, con las alineaciones, cotas y dimensiones indicadas en los planos y con lo que sobre el particular ordene la Dirección de Obra.

Dentro del relleno de las zanjas se distinguen los tres tipos siguientes:

- Recubrimiento de protección
- Relleno de cubrición

Se define como cuna de apoyo a la zona de zanja comprendida entre el fondo de la excavación y el plano paralelo al mismo, que corta a la tubería según un ángulo de apoyo de 90°.

Recubrimiento de protección, es la zona de zanja comprendida entre la cuna de apoyo descrita anteriormente y el plano paralelo al fondo de la zanja situado a cincuenta (50) centímetros por encima de la generatriz superior exterior de la tubería.

Recubrimiento de cubrición es la parte de zanja comprendida entre la cara superior del relleno de protección y la superficie del terreno, o parte inferior del firme en el cruce con infraestructuras viarias existentes.

A continuación, se define la forma de ejecutar cada uno de ellos, según el diámetro de las tuberías que engloban.

#### 3.8.3.1 PARA TUBERÍAS DE DIÁMETRO INFERIOR A 500 MM

En las zanjas para tuberías, el fondo de la misma deberá ser uniforme y firme para asegurar al tubo un apoyo continuo en toda su longitud, y deberá quedar perfilado de acuerdo con la pendiente de la tubería en cada tramo, indicada en los planos de perfiles longitudinales.

Se mantendrá el fondo de la excavación adecuadamente drenado y libre de agua para asegurar la instalación satisfactoria de la conducción y la compactación de las cunas.

Los tubos se apoyarán sobre una "cama" ejecutada con un material granular, con espesor mínimo de diez (15) centímetros, a partir de la generatriz inferior exterior de la tubería, que ocupará toda la anchura de la zanja.

En el desarrollo del montaje, al final de la jornada, el montador deberá efectuar la alineación de la tubería que haya ido colocando durante la misma.

Al día siguiente o dos días, lo más tardar, deberá efectuarse de forma manual el recrecido lateral de la cama de apoyo de la tubería, hasta alcanzar los cuarenta y cinco grados inferiores (45º) grados inferiores, de cada lado del tubo.

Este proceso proporcionará una tubería perfectamente apoyada en su mitad inferior, lo que es muy importante para su correcto funcionamiento.

A continuación, se procederá a rellenar la zanja "punteando", los tubos, lo que puede hacerse con medios mecánicos, ocupándose únicamente de que las zonas entre tubería y pared de zanja queden compactadas.

Las primeras tongadas hasta unos cincuenta (50) centímetros por encima de la generatriz superior del tubo se harán evitando colocar piedras o gravas, con diámetros superiores a dos (2) centímetros y con un grado de compactación mayor del 70% del Proctor Normal. Las restantes podrán contener material más grueso, recomendándose, sin embargo, no emplear elementos de dimensiones superiores a los diez (10) centímetros y con un grado de compactación mayor del (70%) del Proctor Normal.

Esta segunda parte del relleno, además de proteger a los tubos de las caídas de piedras evitará el posible flotamiento de los mismos en época de lluvias, protegiendo a la "cama" granular de posibles deterioros por arrastres en zanjas con pendientes longitudinales acusadas.

Las uniones entre tramos de tuberías, deberán quedar al descubierto en unos 50 cm. a cada lado de la unión.

Una vez realizadas las pruebas de estanquidad de la tubería, se procederá al relleno total de la zanja con un nivel de compactación mayor del 98% del Proctor Normal.

El relleno total deberá hacerse por tramos de manera que sea mínimo el tiempo transcurrido desde la instalación de la tubería.

### 3.8.3.2 PARA TUBERÍAS DE DIÁMETRO SUPERIOR A 500 MM

En las zanjas para tuberías, el fondo de la misma deberá ser uniforme y firme para asegurar al tubo un apoyo continuo en toda su longitud, y deberá quedar perfilado de acuerdo con la pendiente de la tubería en cada tramo, indicado en el plano de perfiles longitudinales.

Se mantendrá el fondo de la excavación adecuadamente drenado y libre de agua para asegurar la instalación satisfactoria de la conducción y la compactación de las cunas.

Los tubos se apoyarán sobre una "cama" ejecutada con un material granular, con espesor mínimo de veinte (20) centímetros, medidos a partir de la generatriz inferior interior de la tubería, que ocupará toda la anchura de la zanja. El nivel de compactación será del 90 % del Proctor Normal.

En el desarrollo del montaje, al final de la jornada, el montador deberá efectuar la alineación de la tubería que haya ido colocando durante la misma.

Al día siguiente o dos días, lo más tardar, deberá efectuarse de forma manual el recrecido lateral de la cama de apoyo de la tubería, hasta alcanzar los cuarenta y cinco grados (45º) inferiores, de cada lado del tubo.

Este proceso proporcionará una tubería perfectamente apoyada en su mitad inferior, lo que es muy importante para su correcto funcionamiento.

A continuación, se procederá a rellenar la zanja "punteando", los tubos, lo que puede hacerse con medios mecánicos, ocupándose únicamente de que las zonas entre tubería y pared de zanja queden compactadas.

La cama para el apoyo de las tuberías se llevará a cabo en tongadas de quince (15) centímetros, con un grado de compactación del noventa por ciento (90 %) del Proctor Normal.

El relleno con arena, hasta treinta (30) centímetros por encima del tubo, se realizará con tongadas de veinte (20) centímetros, con un grado de compactación del noventa y cinco por ciento (95 %) del Proctor Normal.

El material de relleno se deberá colocar de manera que no se desplace ni dañe el tubo instalado, debiendo compactarse con medios de compactación ligeros generalmente ranas.

La parte superior de la zanja, en zonas de campo abierto, se rellenará con materiales procedentes de la excavación en tongadas de treinta (30) centímetros de espesor, con un grado de compactación del noventa por ciento (90 %) del Proctor Normal.

Las uniones entre tramos de tuberías, deberán quedar al descubierto en unos cincuenta (50) centímetros a cada lado de la unión.

Una vez realizadas las pruebas de estanquidad de la tubería, se procederá al relleno total de la zanja, con el nivel de compactación correspondiente.

El relleno total deberá hacerse por tramos de manera que sea mínimo el tiempo transcurrido desde la instalación de la tubería. Todos los rellenos se ejecutarán sin presencia de agua en la zanja.

En los casos singulares, siempre que la zanja del tubo afecte a caminos, carreteras en las que no se ha previsto el cruce de la tubería mediante el procedimiento de hinca, el relleno de material seleccionado se sustituirá por hormigón HM-20, así como la cuna de apoyo.

En los pasos de vaguadas la tubería quedará embebida en zanja de hormigón HA-25 sobre la cual se dispondrá un relleno de escollera de tamaño veinte (20) centímetros y espesor mínimo de ciento diez (110) centímetros. Hasta alcanzar la cota del Terreno natural se rellenará con material seleccionado de tamaño máximo de diez (10) centímetros compactados al noventa y cinco por ciento (95 %) del Proctor Normal.

### 3.8.3.3 CONTROL DE CALIDAD

La Dirección de Obra, podrá exigir por cada mil (1.000) metros cúbicos de material colocado, los siguientes ensayos.

- Un (1) ensayo Proctor Normal (NLT-107)
- Un (1) ensayo de contenido de humedad (NLT-102/72 y 103/72)
- Un (1) ensayo de densidad "in situ" (NLT-101/72 y 110/72)

### 3.8.4 MEDICIÓN Y ABONO

Dentro de este artículo se indica, la forma de medir y abonar, los distintos tipos de relleno que existen en la sección tipo de la zanja de la conducción, efectuados de acuerdo con lo indicado en estas Prescripciones.

#### 3.8.4.1 CAMA DE APOYO DE LA TUBERÍA

La cama de material granular para apoyo de las tuberías, se medirá por los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente colocados, que se abonarán al precio del Cuadro de Precios N<sup>o</sup> 1.

No será de abono el exceso que sea necesario utilizar para rellenar cualquier sobreexcavación que el Contratista haya efectuado en la excavación de la zanja, sobre la sección tipo indicada en los planos, y que no haya sido aprobada por la Dirección de Obra.

Dentro del precio indicado para esta Unidad, se incluye el suministro de materiales, transporte, vertido, colocación, compactación y demás medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra. En ningún caso se abonarán más Unidades de las realmente ejecutadas.

El abono de la unidad correspondiente al relleno de material angular se realizará al precio del Cuadro de Precios n<sup>o</sup> 1:

#### 3.8.4.2 RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO

Se medirá por los metros cúbicos (m<sup>3</sup>), obtenidos multiplicando la sección teórica definida en los planos según el diámetro de la tubería, por la longitud de zanja que se rellene con este material, abonándose al precio indicado para esta unidad en el Cuadro de Precios n<sup>o</sup> 1.

No serán de abono los excesos de relleno que se produzcan como consecuencia de haber sido realizada la excavación de la zanja, con dimensiones o taludes diferentes de los indicados en los planos, y no hayan sido aprobados por la Dirección de Obra.

Solo se admitirá el abono de estos excesos, en el caso de que hayan sido debidos a condiciones geotécnicas del terreno por el que discurre la traza y los mismos hayan sido aprobados por la Dirección de Obra.

En el precio indicado en el Cuadro de Precios, se incluye, la mano de obra, maquinaria, materiales procedentes de la excavación o de préstamos, selección del material, humectación y compactación y demás operaciones necesarias para realizar esta Unidad de acuerdo con lo indicado en estas Prescripciones.

El abono de la Unidad correspondiente al relleno de la zanja con material seleccionado se realizará al precio del Cuadro de Precios n<sup>o</sup> 1:

#### 3.8.4.3 RELLENO CON MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN

Se medirá por los metros cúbicos (m<sup>3</sup>), obtenidos multiplicando la sección teórica definida en los planos, según el diámetro, tipo de tubería y taludes de excavación, por la longitud real de zanja rellena de este material, abonándose al precio indicado en esta Unidad para el Cuadro de Precios n<sup>o</sup> 1.

No serán de abono los excesos de relleno que se produzcan como consecuencia de haber sido realizada la excavación de la zanja con dimensiones o taludes diferentes de los indicados en los planos, salvo que la ejecución de dichos excesos, hayan sido como consecuencia de condiciones geotécnicas del terreno por el que discurre la traza y los mismos hayan sido aprobados por la Dirección de Obra. En ningún caso se abonarán más unidades de las realmente ejecutadas.

En el precio indicado en el Cuadro de Precios, se incluye la mano de obra, maquinaria, materiales, humectación y compactación, así como las demás operaciones necesarias para la correcta realización de esta Unidad de acuerdo con lo indicado en estas Prescripciones.

El abono de la Unidad correspondiente al relleno de la zanja con material seleccionado, se realizará al precio del Cuadro de Precios nº 1

### 3.9 RELLENOS LOCALIZADOS

#### 3.9.1 DEFINICIÓN

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos, procedentes de excavaciones o préstamos, en relleno de zanjas, saneos, trasdós de obras de fábrica, cimentación o apoyo de estribos o cualquier otra zona, que por su reducida extensión, compromiso estructural u otra causa no permita la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución del resto del relleno, o bien exija unos cuidados especiales en su construcción.

#### 3.9.2 MATERIALES

Se empleará el material procedente de la excavación. Este material deberá cumplir, como mínimo, las características correspondientes a los suelos adecuados, indicadas en el artículo 330 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes, en lo sucesivo PG-3, que son las siguientes:

Carecerán de elementos de tamaño superior a diez (10) centímetros, y su cernido por el tamiz 0,080 UNE, será inferior al treinta y cinco por ciento (35%) en peso.

El límite líquido será inferior a 40 (LL<40).

La densidad máxima correspondiente al ensayo Proctor Normal no será inferior a un kilogramo con setecientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (1,750 kg/dm<sup>3</sup>).

El índice C.B.R. será superior a cinco (5) y el hinchamiento, medido en dicho ensayo será inferior al dos por ciento (2%).

El contenido de materia orgánica, será inferior al uno por ciento (1%).

#### 3.9.3 CONTROL DE CALIDAD

El Contratista comprobará mediante los ensayos correspondientes, que los materiales a emplear cumplen con las características exigidas. Los ensayos se realizarán sobre una muestra representativa, siendo el tipo y periodicidad de los mismos siguientes:

Por cada mil (1.000) m<sup>3</sup> o fracción de tierras empleadas en rellenos se realizarán los siguientes ensayos:

- Un (1) análisis granulométrico (NLT - 104)
- Un (1) ensayo de límites de Atterberg (NLT - 105 y 106)
- Un (1) ensayo Proctor Normal (NLT - 107) o Proctor Modificado
- Un (1) ensayo de contenido en materia orgánica (NLT 117)
- Un (1) ensayo de determinación del índice C.B.R (NLT - 112)
- Un (1) ensayo de humedad "in situ" (NLT- 102/103)

La Dirección de Obra, podrá exigir por cada mil (1.000) metros cúbicos de material colocado, los siguientes ensayos.

- Un (1) ensayo Proctor Normal (NLT-107)
- Un (1) ensayo de contenido de humedad (NLT-102/72 y 103/72)
- Un (1) ensayo de densidad "in situ" (NLT-101/72 y 110/72)

### 3.9.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos rellenos se prepararán éstos a fin de conseguir su unión con el nuevo relleno. Las operaciones encaminadas a tal objeto serán las indicadas en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Si el material procedente del antiguo talud, cuya remoción sea necesaria, es del mismo tipo que el nuevo y cumple las condiciones exigidas para la zona de relleno de que se trate, se mezclará con el del nuevo relleno para su compactación simultánea; en caso contrario, el Director de las Obras decidirá si dicho material debe transportarse a vertedero.

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 el Proyecto o, en su defecto, a las instrucciones del Director de las Obras.

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 estabilización.

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Salvo especificación en contra del Proyecto o del Director de las Obras, el espesor de las tongadas medido después de la compactación no será superior a veinticinco centímetros (25 cm).

Los espesores finales de las tongadas se señalarán y numerarán con pintura, según el caso, en el trasdós de la obra de fábrica, paramentos o cuerpo de la tubería, para el adecuado control de extendido y compactación.

Únicamente se podrá utilizar la compactación manual en los casos previstos en el Proyecto, y en aquellos que sean expresamente autorizados por el Director de las Obras.

Salvo que el Director de las Obras lo autorice, en base a estudio firmado por técnico competente, el relleno junto a obras de fábrica o entibaciones se efectuará de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma se hallen al mismo nivel. En el caso de obras de fábrica con relleno asimétrico, los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido siete días (7 d) desde la terminación de la fábrica contigua, salvo indicación del Proyecto o autorización del Director de las Obras y siempre previa comprobación del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica. Junto a las estructuras porticadas no se iniciará el relleno hasta que el dintel no haya sido terminado y haya alcanzado la resistencia que indique el Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras.

El drenaje de los rellenos contiguos a obras de fábrica se ejecutará simultáneamente a dicho relleno, para lo cual el material drenante estará previamente acopiado de acuerdo con las órdenes del Director de las Obras.

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, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Una vez extendida cada 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.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Las zonas que, por su forma, pudieran retener agua en su superficie, serán corregidas inmediatamente por el Contratista.

Se exigirá una densidad después de la compactación, en coronación, no inferior al 100 por 100 (100%) de la máxima obtenida en el ensayo Próctor modificado según UNE 103501 y, en el resto de las zonas, no inferior al 95 por 100 (95%) de la misma. En todo caso la densidad obtenida habrá de ser igual o mayor que la de las zonas contiguas del relleno.

Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados Celsius (2º C); debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación.

### 3.9.5 MEDICIÓN Y ABONO

Los rellenos localizados se abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) medidos sobre los planos de perfiles transversales.

El precio incluye la obtención del suelo, cualquiera que sea la distancia del lugar de procedencia, carga y descarga, transporte, colocación, compactación y cuantos medios, materiales y operaciones intervienen en la completa y correcta ejecución del relleno, no siendo, por lo tanto, de abono como suelo procedente de préstamos, salvo especificación en contra.

El precio será único, cualquiera que sea la zona del relleno y el material empleado, salvo especificación en contra del Proyecto.

El abono de la Unidad correspondiente al relleno de la zanja con material seleccionado, se realizará al precio del Cuadro de Precios nº 1

## 3.10 ESCOLLERAS EN MUROS DE CONTENCIÓN

### 3.10.1 DEFINICIÓN

Se define como escolleras a emplear en muros de contención, al conjunto de bloques de piedras de diferentes tamaños, procedentes de canteras o material seleccionado de llanuras de inundación, que, colocados y encajados entre sí, uno a uno mediante maquinaria específica con funciones de contención y sostenimiento, siguiendo los principios y recomendaciones de la “Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera” y queden dispuestos para resistir los esfuerzos a que van a ser sometidas.

### 3.10.2 MATERIALES

Las condiciones que cumplirá el material de escollera a emplear en obras de protección, están señaladas en el artículo 658 del PG-3.

La piedra para escollera procederá de canteras de hasta 20 Km. de distancia, será de material compacto, duro, denso y de alta resistencia a los agentes atmosféricos. Estará exenta de fisuras, grietas o defectos que puedan provocar su disgregación durante la colocación y posterior exposición a la intemperie. Todos los cantos tendrán sus caras rugosas, de forma angular y su dimensión mínima no será inferior a 1/3 de su dimensión máxima, quedando excluidas, por tanto, las lajas.

La resistencia a la fragmentación se valorará mediante el coeficiente de Los Angeles que deberá ser menor o igual a 35 ( $LA \leq 35$ )

La densidad de los bloques de escollera será de dos con cincuenta ( $2,50 \text{ t/m}^3$ ) como mínimo, con una tolerancia de menos de quince centésimas (0,15).

La absorción de agua, no será mayor del cuatro por ciento (2%) de su volumen, manteniendo hasta peso constante una muestra triturada a tamaño uniforme de tres (3) centímetros de diagonal máxima.

La pérdida en peso sufrida por la piedra al someterla a inmersión en sulfato sódico, según la norma NLT 148/63 con cinco ciclos, no será superior al diez por ciento (10%). La piedra no presentará síntomas de meteorización o de descomposición química, ni presencia de carbonatos o sulfatos de hierro.

Se admitirá una proporción de piedra con óxido de hierro que no supere el cinco por ciento (5%).

A continuación, se especifican las características requeridas para la escollera en muros:

- Escollera para muros: su tamaño será mayor de sesenta (>60) centímetros y deberá contener menos del veinte por ciento (20%) de elementos de menor tamaño, extendiéndose en anchura y longitud en las dimensiones indicadas en los planos.
- Escollera con cantos de peso medio entre 1,0 y 3,0 t. totalmente colocada.

#### 3.10.2.1 CONTROL DE CALIDAD

Antes de iniciar la producción, se reconocerá cada acopio, préstamo o procedencia, determinando su aptitud para la ejecución de las obras. Se comprobará que los bloques de escollera cumplen los requisitos establecidos en el proyecto respecto de sus propiedades.

Por cada mil metros cúbicos (1.000 m<sup>3</sup>) o fracción, se realizarán:

- Un (1) Ensayo de desgaste Los Angeles (NLT 149).
- Un (1) Ensayo de ataque a los sulfatos (NLT 158). Un (1) Ensayo de Contenido en Carbonatos.
- Un (1) Ensayo de obtención peso específico (NLT 153).

Los ensayos deberán repetirse siempre que se vaya a utilizar una nueva procedencia para la escollera, o si existe un cambio importante en la naturaleza de la roca o en las condiciones de extracción, que puedan afectar a sus propiedades

Adicionalmente, por cada veinte mil metros cúbicos (20.000 m<sup>3</sup>) de material producido, se efectuarán los siguientes ensayos:

- Determinación de la distribución de masas según UNE EN 13383-2.
- Determinación del porcentaje de componentes de escollera con una relación, longitud dividido por espesor, mayor que tres ( $L/E > 3$ ), según UNE EN 13383- 2.
- Determinación de proporción de superficies trituradas o rotas según UNE EN 13383-1.

El control geométrico deberá materializarse mediante bases topográfica en terrenos próximos no afectados por la ejecución de las obras.

Para el control de la alineación e inclinación se usará estaquillado de madera, cuyas referencias ayuden al maquinista.

### 3.10.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La colocación de cada uno de los bloques se debe llevar a cabo de manera individual, teniendo en cuenta la forma y tamaño de los inmediatamente aledaños, de modo que el conjunto presente el menor volumen de huecos posible, consiguiendo valores altos del peso específico aparente de la escollera colocada y una buena estabilidad del muro.

Se debe excavar la cimentación hasta la cota definida en el proyecto, comprobando que las características del terreno se corresponden con las previstas, la profundidad será la reflejada en los planos. El fondo de excavación de la cimentación se ejecutará con una contrainclinación respecto a la horizontal de valor reflejado en los planos, con un mínimo de 3H:1V.

Una vez efectuada la excavación del cimiento, se procederá a la colocación de escollera en su interior, hasta alcanzar aproximadamente la cota del terreno natural en el intradós.

Posteriormente, se procederá al vertido de hormigón de las características especificadas en el proyecto, (mínimo 20 Mpa) de forma que se rellenen los huecos existentes entre los bloques de escollera.

En el cuerpo del muro deberá contarse con un operario auxiliar que asista al maquinista en la selección y colocación de cada bloque de forma que los bloques se coloquen formando un entramado tridimensional que dote al conjunto de la máxima trabazón que sea posible. Se deberá alternar las orientaciones de los bloques de forma que, la dimensión mayor sea paralela al paramento y otras ocasiones la longitud mayor esté orientada del trasdós al intradós.

Se tratará de evitar que los contactos entre bloques de una hilada coincidan, según secciones por planos verticales, con los de la hilada inferior, impidiendo de este modo la formación de columnas de bloques de escollera. Análogamente debe tratarse de evitarse en lo posible, la formación de filas horizontales de bloques es decir, las sucesivas hiladas deberán buscar la máxima imbricación que sea posible con las inmediatamente superior e inferior. Además, debe obtenerse la contrainclinación de los bloques sobre planos normales al del paramento visto.

Los planos y cotas límites, para la colocación de la escollera, serán los indicados en las hojas de los planos. Los cantos tendrán sus límites, sobre y por debajo de los planos teóricos que limitan la escollera, a no más de un tercio (1/3) de su dimensión nominal, equivalente a la arista del cubo equivalente.

Las escolleras se clasificarán antes de su colocación y no se admitirá la carga en un mismo elemento de transporte de escolleras con tipos nominales diferentes.

La escollera se colocará en obra de tal forma que su volumen de huecos sea menor que el veinticinco (25) por ciento y, por tanto, la densidad aparente de la escollera colocada superior a uno con setenta (1,80) t/m<sup>3</sup>.

El frente de las piedras será uniforme y carecerá de lomos y depresiones, sin piedras que sobresalgan o formen depresiones respecto a la superficie general.

No se procederá a la colocación de la escollera, sin que la Dirección de Obra, haya comprobado las dimensiones de los bloques.

### 3.10.4 MEDICIÓN Y ABONO

Las escolleras se medirán por los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente colocados en obra, obtenidos por medición teórica de los perfiles transversales de la sección tipo realmente construida, multiplicado por la distancia entre perfiles. Los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) así obtenidos se abonarán al precio indicado según el tipo de escollera a colocar en el Cuadro de Precios nº 1.

En el precio está incluido la extracción del material, la carga y transporte y el encaje y colocación.

No se abonarán los excesos respecto de las dimensiones teóricas fijadas en los planos y tales dimensiones serán las mínimas a cumplir por la escollera colocada.

Cuando las mediciones realizadas superen las teóricas deducidas de los planos o de los criterios especificados en el Proyecto, no serán de abono los excesos resultantes, salvo autorización previa de la Dirección de Obra.

En el precio se incluyen la extracción del material, el machaqueo, selección, carga, transporte, descarga, extendido, colocación y encaje de los bloques de escollera, así como el resto de operaciones necesarias para la correcta ejecución de esta unidad según lo indicado en estas Prescripciones.

El abono de esta Unidad se realizará al precio del Cuadro de Precios nº 1:

I21007 Escollera roca, tamaño 30 a 60 cm, D<= 20 km m<sup>3</sup>

I21009 Escollera roca, tamaño > 60 cm, D<= 20 km m<sup>3</sup>

P02037 Escollera roca, tamaño 30 A 60cm (p.o.) m<sup>3</sup>

P02037 Escollera roca, tamaño > 60 cm (p.o.) m<sup>3</sup>

## 3.11 ZAHORRA ARTIFICIAL

### 3.11.1 DEFINICIÓN

Se define como zahorra artificial el material granular formado por áridos machacados, total o parcialmente, cuya granulometría es de tipo continuo.

Será de aplicación lo previsto en el Artículo 510 del PG- 3 y lo incluido en la Orden Circular 10/2002 sobre secciones de firme y capas estructurales de firmes.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Preparación y comprobación de la superficie de asiento.

- Aportación del material.
- Extensión, humectación si procede, y compactación de cada tongada.
- Refino de la superficie de la última tongada.

El tipo de zahorra a utilizar será la ZA 0/20.

### 3.11.2 MATERIALES

Los materiales procederán de la trituración de piedra de cantera o grava natural. El rechazo por el tamiz 5 UNE deberá contener un mínimo del cincuenta por ciento (50%) de elementos triturados que presenten no menos de dos (2) caras de fractura.

#### Granulometría

La curva granulométrica estará comprendida dentro del huso reseñado en el Cuadro siguiente:

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

En todos los casos, el cernido por el tamiz 0,063 mm. (norma UNE-EN 933-2) será menor que los dos tercios (<2/3) del cernido por el tamiz 0,25 mm. (norma UNE-EN 933-2)

#### Forma

El índice de lajas, según la Norma NLT-354/74, deberá ser inferior a treinta y cinco (35).

#### Dureza

El coeficiente de desgaste Los Ángeles, según la Norma NLT 149/72, será inferior a treinta y cinco (35).

#### Limpieza

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas. El coeficiente de limpieza, según la Norma 172/86, no deberá ser inferior a dos (2).

El equivalente de arena, según la Norma NLT 113/72, será mayor de treinta (30).

#### Plasticidad

El material será "no plástico", según las Normas NLT 105/72 y 106/72.

### 3.11.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

### 3.11.3.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ASIENTO

La zahorra artificial no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

Para ello, además de la eventual reiteración de los ensayos de aceptación de dicha superficie, la Dirección de Obra, podrá ordenar el paso de un camión cargado, a fin de observar su efecto.

Si en la citada superficie existieran defectos o irregularidades que excediesen de las tolerables, se corregirán antes del inicio de la puesta en obra de la zahorra artificial.

### 3.11.3.2 PREPARACIÓN DEL MATERIAL

La preparación de la zahorra artificial se hará en central y no "in situ." La adición del agua de compactación se hará también en la central, salvo que la Dirección de Obra autorice la humectación "in situ."

La humedad óptima de compactación, deducida del ensayo "Proctor Modificado" según la Norma NLT 108/72, podrá ser ajustada a la composición y forma de actuación del equipo de compactación.

### 3.11.3.3 EXTENSIÓN DE LA TONGADA

Los materiales serán extendidos, una vez aceptada la superficie de asiento, tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones, en tongadas con espesores comprendidos entre diez y treinta centímetros (10 a 30 cm).

Las eventuales aportaciones de agua tendrán lugar antes de la compactación. Después, la única humectación admisible será la destinada a lograr en superficie la humedad necesaria para la ejecución de la capa siguiente.

El agua se dosificará adecuadamente, procurando que en ningún caso un exceso de la misma lave el material.

### 3.11.3.4 COMPACTACIÓN DE LA TONGADA

Conseguida la humedad más conveniente, la cual no deberá rebasar a la óptima en más de un (1) punto porcentual, se procederá a la compactación de la tongada, que se continuará hasta alcanzar la densidad especificada en el apartado correspondiente del presente Artículo.

Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de paso o desagüe, muros o estructuras, no permitieran el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando se compactarán con medios adecuados a cada caso, de forma que las densidades que se alcancen cumplan las especificaciones exigidas a la zahorra artificial en el resto de la tongada.

### 3.11.3.5 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

#### Densidad

La compactación de la zahorra artificial se continuará hasta alcanzar una densidad no inferior a la que corresponda al noventa y siete (97%) de la máxima obtenida en el ensayo "Proctor Modificado", según la Norma NLT 108/72.

El ensayo para establecer la densidad de referencia se realizará sobre muestras de material obtenidas "in situ" en la zona a controlar, de forma que el valor de dicha densidad sea representativo de aquélla.

Cuando existan datos fiables de que el material no difiere sensiblemente, en sus características, del aprobado en el estudio de los materiales y existan razones de urgencia, así apreciadas por la Dirección de Obra, se podrá aceptar como densidad de referencia la correspondiente a dicho estudio.

#### Tolerancias geométricas de la superficie acabada

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje, quiebros de peralte si existen, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad (1/2) de la distancia entre los perfiles del Proyecto, se comprobará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichas estacas.

La citada superficie no deberá diferir de la teórica en ningún punto en más de veinte milímetros (20 mm).

Será optativo de la Dirección de Obra la comprobación de la superficie acabada con regla de tres metros (3 m), estableciendo la tolerancia admisible en dicha comprobación, de no venir fijada en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas se corregirán por el Constructor, a su cargo. Para ello se escarificará en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm), se añadirá o retirará el material necesario y de las mismas características, y se volverá a compactar y refinar.

Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existieran problemas de encharcamiento, el Director de las obras podrá aceptar la superficie, siempre que la capa superior a ella compense la merma de espesor sin incremento de coste para la Administración.

#### Limitaciones de la ejecución

Las zórras artificiales se podrán emplear siempre que las condiciones climatológicas no hayan producido alteraciones en la humedad del material tales que se supere en más de dos (2) puntos porcentuales la humedad óptima.

Sobre las capas recién ejecutadas se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico, mientras no se construya la capa siguiente. Si esto no fuera posible, el tráfico que necesariamente tuviera que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren las rodadas en una sola zona. El Constructor será responsable de los daños originados, debiendo proceder a su reparación con arreglo a las instrucciones de la Dirección de Obra.

### **3.11.4 CONTROL DE CALIDAD**

#### **3.11.4.1 CONTROL DE PROCEDENCIA**

Antes del inicio de la producción, se reconocerá cada procedencia, determinándose su aptitud en función del resultado de los ensayos. El reconocimiento se realizará de la forma más representativa posible, mediante toma de muestras en los acopios o a la salida de la cinta de las instalaciones de machaqueo.

Para cualquier volumen de producción previsto se ensayará un mínimo de cuatro (4) muestras, añadiéndose una (1) más por cada diez mil metros cúbicos (10.000 m<sup>3</sup>), o fracción, de exceso sobre cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m<sup>3</sup>).

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos: Humedad natural, según la norma NLT 102/72.

Granulometría por tamizado, según la Norma NLT 104/72.

Límite líquido e Índice de plasticidad, según las Normas NLT 105/72 y 106/72.

Proctor Modificado, según la norma NLT 108/72.

Equivalente de arena, según la Norma NLT 113/72. Desgaste Los Ángeles, según la Norma NLT 149/72.

Además, sobre una (1) de las muestras se determinará el peso específico de gruesos y finos, según las Normas NLT 153/76 y 154/76.

#### 3.11.4.2 CONTROL DE PRODUCCIÓN

Se realizarán los siguientes ensayos por cada mil metros cúbicos (1000 m<sup>3</sup>) de material producido:

Proctor Modificado, según la Norma 108/72. Equivalente de arena, según la Norma NLT 113/72.

Granulometría por tamizado, según la Norma NLT 104/72.

#### 3.11.4.3 CONTROL DE EJECUCIÓN

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, al material uniforme que entre en doscientos cincuenta metros (250 m) de calzada o arcén, o alternativamente en tres mil metros cuadrados (3000 m<sup>2</sup>) de capa, o en la fracción construida diariamente si ésta fuere menor.

Las muestras se tomarán, y los ensayos "in situ" se realizarán, en puntos previamente seleccionados mediante un muestreo aleatorio, tanto longitudinal como transversalmente.

#### 3.11.4.4 COMPACTACIÓN

Sobre una muestra de efectivo seis unidades (6 ud.) se realizarán los siguientes ensayos:

Humedad natural, según la Norma NLT 102/72. Densidad "in situ", según la Norma NLT 109/72.

#### 3.11.5 MEDICIÓN Y ABONO

La zorra artificial se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente ejecutados, medidos con arreglo a las secciones tipo señaladas en los Planos.

No serán de abono las creces laterales, ni las consecuentes a la aplicación de la compensación de la merma de espesores de capas subyacentes.

El precio incluye todos los materiales, mano de obra, maquinaria, medios auxiliares y todas las operaciones que sean necesarias para la completa ejecución de esta unidad y cumplimiento de todos los requisitos del Pliego de Condiciones.

La preparación de la superficie de asiento se considera que está incluida en el precio de la capa inmediatamente inferior.

El abono de esta unidad se realizará a los Precios del Cuadro de Precios Nº 1

### 3.12 PAVIMENTO DE HORMIGÓN

#### 3.12.1 DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

Se define como pavimento de hormigón el constituido por un conjunto de losas de hormigón en masa separadas por juntas transversales o por una losa continua de hormigón armado, en ambos

casos eventualmente dotados de juntas longitudinales. En dicho pavimento, el hormigón se pone en obra con una consistencia tal, que requiere el empleo de vibradores internos para su compactación y maquinaria específica para su extensión y acabado superficial.

En este Documento, el pavimento de hormigón se ejecutará en la zona de implantación de los módulos fotovoltaicos y se ejecutará con un pavimento de hormigón pulido HA-25/SPB/40-20/x0-XC1-XC2 de 15 cm. de espesor armada con fibras de acero en relación 30 Kg/m<sup>3</sup>.

En general, y para todo lo no específicamente dicho en este artículo, es de aplicación el artículo 550 del PG- 3, teniendo en cuenta que dadas las características del acceso que se pretende pavimentar, no se requerirán armado ni pasadores salvo que 550.3.

### 3.12.2 TIPO DE HORMIGÓN EMPLEADO

El hormigón a utilizar es HA-25/spb/40-20/X0-XC1-XC2 de 15 cm de espesor, armada con fibras de acero en relación a 30 kg/m<sup>3</sup>, para pavimento monolítico de cuarzo de altas prestaciones, en color gris natural, sobre terreno Incluye replanteo de solera, con aplicación posterior, mediante espolvoreo (rendimiento 7 kg/m<sup>2</sup>); fratasado mecánico, alisado y pulimentado; curado del hormigón con aditivo incoloro (rendimiento 1 litro/8-10 m<sup>2</sup>).

### 3.12.3 JUNTAS LONGITUDINALES

Se prevé la ejecución de juntas longitudinales. El material utilizado para el sellado de juntas deberá llevar obligatoriamente el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, así como disponer del certificado de control de producción en fábrica expedido por un organismo notificado.

### 3.12.4 JUNTAS TRANSVERSALES

Las juntas transversales pueden ser de construcción, de dilatación o de contracción.

### 3.12.5 CURADO

Finalizado el extendido del pavimento, se procederá a la aplicación de productos filmógenos de curado sobre la superficie de hormigón fresco para reducir la pérdida de humedad y al mismo tiempo la elevación de temperatura por exposición a los rayos solares como consecuencia de su pigmentación clara.

### 3.12.6 MEDICIÓN Y ABONO

El pavimento de hormigón se abonará por m<sup>2</sup> realmente ejecutada, según la unidad recogida en el Cuadro de precios n<sup>o</sup>1

## 3.13 MEZCLAS BITUMINOSAS

### 3.13.1 DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos (incluidos el polvo mineral) y eventualmente aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los áridos (excepto eventualmente el polvo mineral de aportación), y se pone en obra a temperatura muy superior a la ambiente.

Las mezclas bituminosas a emplear en este proyecto son las indicadas a continuación:

- AC 16 Surf D

Las mezclas bituminosas en caliente cumplirán los artículos 542 y 543 del PG3.

### 3.13.2 MATERIALES

#### Áridos

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío.

Antes de pasar por el secador de la central de fabricación el equivalente de arena, (NLT-113/72), del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral) según las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo, deberá ser superior a cincuenta (50). De no cumplirse esta condición, su índice de azul metileno, (NLT-171/86), deberá ser inferior a uno (1).

#### Árido grueso

Se define como árido grueso a la parte del conjunto de fracciones granulométricas retenida en el tamiz UNE 2,5 mm.

El árido grueso se obtendrá triturando piedras de cantera o grava natural. El rechazo del tamiz UNE 5 mm. deberá contener una proporción mínima de partículas que presenten dos (2) o más caras de fractura, (NLT-358/87), no inferior al noventa por ciento (90%)

El árido grueso deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas. Su proporción de impurezas, (NLT-172/86), deberá ser inferior al cinco por mil (0,5%) en masa. En caso contrario, el Director de las obras podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otros métodos por él aprobados, y una nueva comprobación.

El máximo valor del coeficiente de desgaste Los Angeles del árido grueso, (NLT-149/72) con granulometría B no deberá ser superior a 25, para los áridos a emplear en capas de la calzada de la autovía y rodadura de los ramales de los enlaces, y no deberá superar treinta y cinco (35) en el resto de las capas.

El mínimo coeficiente de pulido acelerado, (NLT-174/72), del árido grueso a emplear en capas de rodadura, deberá ser superior a cincuenta centésimas (0,50) si es para calzada y arcenes de autovía y ramales de enlaces o cuarenta centésimas (0,40) si es para vías de servicio y caminos agrícolas.

El máximo índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso, (NLT-354/74) no deberá ser superior a treinta (30).

Se considerará que la adhesividad es suficiente si, en mezclas abiertas o drenantes, la proporción de árido totalmente envuelto después del ensayo de adhesividad a los áridos de los ligantes bituminosos en presencia del agua, (NLT-166/76), fuera superior al noventa y cinco por ciento (95%) o si, en los demás tipos de mezcla, la pérdida de resistencia en el ensayo de inmersión - compresión, (NLT-162/84), no rebasase el veinticinco por ciento (25%).

Podrá mejorarse la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonado mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Director de las obras establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y las mezclas resultantes.

#### Árido fino

Se define como árido fino a la parte del conjunto de fracciones granulométricas cernida por el tamiz UNE 2,5 mm y retenida por el tamiz UNE 80 micras.

El árido fino podrá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad, o en parte de areneros naturales.

Si el árido fino procediese, en todo o en parte, de areneros naturales, el Director de las obras deberá señalar la proporción máxima de arena natural a emplear en la mezcla, la cual no deberá ser superior al veinticinco por ciento (25%).

El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, margas u otras materias extrañas.

El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso sobre coeficiente de desgaste Los Angeles.

Se considerará que la adhesividad es suficiente si, en mezclas abiertas o drenantes, el índice de adhesividad obtenido por el ensayo de adhesividad a los áridos finos de los ligantes bituminosos (NLT-355/74), fuera superior a cuatro (4); o si, en los demás tipos de mezcla, la pérdida de resistencia en el ensayo de inmersión-compresión, (NLT-162/84), no rebasase el veinticinco por ciento (25%).

Podrá mejorarse la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonado mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Director de las obras establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y las mezclas resultantes.

#### **Polvo mineral**

Se define como polvo mineral a la parte del conjunto o fracciones granulométricas cernida por el tamiz UNE 80 micras.

El polvo mineral podrá proceder de los áridos, separándose de ellos por medio de los ciclones de la central de fabricación o aportarse a la mezcla por separado de aquéllos como un producto comercial o especialmente preparado.

El polvo mineral que quede inevitablemente adherido a los áridos tras su paso por el secador en ningún caso podrá rebasar el dos por ciento (2%) de la masa de la mezcla. Sólo si se asegurase que el polvo mineral procedente de los áridos cumple las condiciones exigidas al de aportación, podrá el Director de las obras rebajar o incluso anular la proporción mínima de éste.

La densidad aparente del polvo mineral, (NLT-176/74), deberá estar comprendida entre cinco y ocho décimas de gramo por centímetro cúbico (0,5 a 0,8 g/cm<sup>3</sup>).

El coeficiente de emulsibilidad, (NLT-180/74), deberá ser inferior a seis décimas (0,6).

### **3.13.3 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA**

Los husos granulométricos de estas mezclas se recogen en la tabla siguiente. El análisis granulométrico se hará según la norma NLT-150.

#### **Densidad**

En mezclas bituminosas, semidensas y gruesas, la densidad (NLT-168/90) no deberá ser inferior al noventa y ocho por ciento (98%).

#### **Características geométricas**

La superficie acabada al ser comprobada con una regla de tres (3 m), según la norma NLT-334/88 no deberá presentar irregularidades superiores a las máximas fijadas en la tabla siguiente.

La regularidad superficial, medida por el coeficiente viágrafo según la Norma NLT-332/87, no deberá exceder de los límites fijados en dicha tabla para cada tipo de capa de mezcla bituminosa.

LÍMITES DE LA IRREGULARIDAD SUPERFICIAL				
CAPA	VELOCIDAD ESPECÍFICA	MÁXIMO COEFICIENTE DE VIÁGRAFO (dm <sup>2</sup> /hm) (NLT-332/87)		Irregularidad Máxima (mm) bajo regla de 3 m (NLT-334/88)
		Media del lote	Máxima en 1 hm	
RODADURA	≥ 100	5	15	4
	< 100	7	20	5
INTERMEDIA	≥ 100	7	20	6
	< 100	10	25	7
BASE	≥ 100	15	25	9
	< 100	20	30	10

### Características antideslizantes

En capas de rodadura, la textura superficial (NLT-335/87) no deberá ser inferior a siete décimas de milímetro (0,7 mm) y el mínimo Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento (NLT-175/88) no deberá ser inferior a sesenta y cinco centésimas (0,65) medido después de dos (2) meses de la apertura al tráfico.

### 3.13.4 TOLERANCIAS EN LAS CARACTERÍSTICAS

#### Granulometría

Las tolerancias admisibles, en más o menos, respecto de la granulometría de la fórmula de trabajo serán las siguientes referidas a la masa total de áridos (incluido el polvo mineral) serán las establecidas en la tabla siguiente.

Tolerancias en % sobre la masa total de áridos:

CARACTERÍSTICA	T0, T1; T2 PAVIMENTO CALZADA	T0; T1; T2 BASE CALZADA Y PAVIMENTO ARCÉN T3; T4 PAVIMENTO CALZADA	RESTO
Fracción > 2,5 mm	± 4	± 6	± 8
2,5 mm > Fracc > 80 μm	± 3	± 3	± 4
80 μm	± 1	± 1	± 2

#### Dosificación de ligante hidrocarbonado

Las tolerancias admisibles, en más o menos, respecto de la dosificación de ligante hidrocarbonado respecto de la fórmula de trabajo serán los valores expulsados en porcentaje en masa sobre el total de los áridos (incluido el polvo mineral) que hay en la tabla siguiente

Tolerancias del ligante residual:

CAPA	TOLERANCIA
T0; T1 y T2 Pavimento Calzada	± 0,1%

T0; T1 y T2 Base calzada y pavimento arcén T3; T4 Pavimento de calzada	± 0,15%
Resto	± 0,2%

### Densidad

En mezclas bituminosas densas, semidensas y gruesas, la densidad no deberá ser inferior al noventa y siete por ciento (97%) de la densidad máxima

De regularidad superficial

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas, así como las zonas que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse según las instrucciones del Director de las obras.

## 3.13.5 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

### Estudio previo de los materiales

Se cumplirá lo indicado en el artículo correspondiente de este Pliego

### Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que se haya aprobado por el Director de las obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación, que deberá contener:

- Identificación y proporción de cada fracción de árido (incluso el polvo mineral) tanto en la alimentación como en la dosificación en caliente
- Granulometría del árido combinado incluido el polvo mineral
- Identificación y dosificación del ligante hidrocarbonado, referido a la masa total de áridos y la de aditivos, referida a la masa del ligante hidrocarbonado
- La densidad mínima a alcanzar
- Los tiempos mínimos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y la de éstos con el ligante
- Las temperaturas máximas y mínimas para el precalentamiento de los áridos y ligante
- Las temperaturas máxima y mínima al salir del mezclador que no deberá exceder los ciento ochenta grados celsius (180º C)
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga de los elementos de transporte
- Las temperaturas mínimas de la mezcla al iniciar y al terminar la compactación

La dosificación del ligante hidrocarbonado deberá fijarse a la vista de los materiales a emplear, basándose principalmente en la experiencia obtenida en casos análogos y siguiendo las recomendaciones siguientes:

Para el análisis de huecos y la resistencia a la deformación plástica empleando el aparato Marshall, (NLT-159/86) se aplicarán los criterios de la siguiente tabla.

Criterios de dosificación según Marshall:

CARACTERÍSTICA	CATEGORIA DE TRAFICO PESADO	
	T0, T1 y T2	T3 y T4
Nº de golpes por cara	75	
Estabilidad (KN)	> 10	7,5 - 12,5
Deformación (mm)	2 - 3,5	
Huecos en mezcla (%)		
Capa de rodadura	4 - 6	3 - 5
Capa intermedia	4 - 8	3 - 8
Capa de base	4 - 9	3 - 9
Huecos en áridos (%)		
Mezclas -8	≥16	
Mezclas -12	≥15	
Mezclas -20	≥14	
Mezclas -25	≥13	

En capas de rodadura o intermedia la máxima velocidad de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos en el ensayo de resistencia a la deformación plástica mediante la pista de ensayo de laboratorio, (NLT-173/84), no será superior al límite de la tabla siguiente.

Velocidad de deformación:

MAXIMA VELOCIDAD DE DEFORMACION EN EL INTERVALO DE 105 A 120 MINUTOS (MICRAS/MIN)			
CATEGORIA DE TRAFICO PESADO	ZONA TERMICA ESTIVAL		
	CALIDA	MEDIA	TEMPLADA
T0 y T1	15	15	20
T2	15	20	20
T3 y T4	20	20	-

La dosificación mínima de ligante hidrocarbonado en porcentaje del peso total del árido combinado incluido el polvo mineral, referido a unos áridos con peso específico de 2.7 t/m<sup>3</sup>, serán:

- 3,8% en capas de base o inferiores tipo G
- 4,5% en capas intermedias, de base o inferiores tipo S
- 4,7% en capas de rodadura tipo S ó D

Si los áridos tuvieran un peso específico fuera del intervalo 2,65 – 2,75 t/m<sup>3</sup> se harán las correspondientes transformaciones volumétricas.

En todo caso, la dosificación mínima de ligante hidrocarbonado no será inferior al cuatro y medio por ciento (4,5%) en capas de rodadura.

La temperatura de fabricación de la mezcla debe corresponder, en principio, a una viscosidad del ligante comprendida entre 150 y 190 CSt, comprobándose que no se produce escurrimiento cuando se trata de mezclas abiertas o drenantes.

Si la marcha de las obras lo aconsejase su Director podrá corregir la fórmula de trabajo, justificándolo mediante los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará una nueva en el caso de que varíe la procedencia de alguno de los componentes, o si durante la producción se rebasasen las tolerancias granulométricas establecidas en el apartado 1.4 del presente artículo.

### Tramo de prueba

Para cada tipo de mezcla se realizarán subtramos de prueba dependiendo de los equipos de maquinaria a probar y de las dificultades de compactación que pueda ofrecer el material, con una longitud mínima de cien (100) metros para cada tipo de mezcla.

Durante la realización del tramo de prueba se analizarán los aspectos siguientes:

- Correlación, en su caso, entre los métodos de control de la dosificación del ligante y de la densidad in situ establecidos en este Pliego y otros métodos rápidos de control
- La relación entre densidad y degradación granulométrica
- La relación entre el número de pasadas, temperatura, densidad alcanzada para cada compactador y para el conjunto del equipo de compactación.
- El equipo y método de realización de juntas.

Además, se tomarán muestras de la mezcla extendida que se ensayarán para comprobar su conformidad con las condiciones especificadas.

A la vista de los resultados, el Director de Obra fijará la fórmula de trabajo, temperaturas de fabricación, extendido y compactación, tiempo de amasado y los rangos restringidos de aceptabilidad de la capa terminada.

### Acopio de los áridos

Los áridos se suministrarán en fracciones granulométricas separadas con un mínimo de cuatro fracciones que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío.

Antes de empezar la fabricación se deberá tener acopiados la totalidad de los áridos en el caso de obras pequeñas (volumen total de áridos inferior a 5.000 m<sup>3</sup>) o el treinta por ciento (30%) en el resto de las obras

### Preparación de la superficie existente

La mezcla bituminosa no se extenderá hasta que se haya aceptado las especificaciones geométricas y cualitativas de que la capa subyacente

### Fabricación de la mezcla

Las mezclas bituminosas en caliente se fabricarán por medio de centrales de mezcla continua o discontinua, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de fracciones del árido que exija la fórmula de trabajo adoptada, para una producción igual o superior a 100 tm/h.

La central deberá estar provista de un secador que permita calentar los áridos a la temperatura fijada en la fórmula de trabajo, extrayendo de ellos una proporción de polvo mineral tal, que su dosificación se atenga a lo fijado en la fórmula de trabajo. El sistema extractor deberá evitar la emisión de polvo mineral a la atmósfera o el vertido de lodos a cauces, de acuerdo con la legislación aplicable.

La central deberá tener sistemas separados de almacenamiento y dosificación del polvo mineral recuperado y de aportación, los cuales deberán ser independientes de los correspondientes al resto de los áridos, y estar protegidos de la humedad.

Si la central estuviera dotada de una tolva de almacenamiento de la mezcla bituminosa en caliente, su capacidad deberá garantizar el flujo normal de los elementos de transporte.

### Transporte de la mezcla

La mezcla bituminosa en caliente se transportará de la central de fabricación a la extendedora en camiones. Para evitar su enfriamiento superficial, deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendedora, su temperatura no deberá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

#### Extensión de la mezcla

La extendedora se regulará de forma que la superficie de capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones, arrastres, y con un espesor tal, que una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente artículo.

La extendedora deberá estar dotada de un dispositivo automático de nivelación, y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

La extensión se realizará con la mayor continuidad posible acordando la velocidad de la extendedora a la producción de la central de fabricación de modo que aquélla no se detenga. En caso de detención, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para la iniciación de la compactación; de lo contrario se ejecutará una junta transversal.

#### Compactación de la mezcla

La compactación deberá realizarse de manera continua y longitudinalmente sistemática. Si la extensión de la mezcla bituminosa se realizase por franjas, al compactar una de ellas se deberá ampliar la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Podrán utilizarse compactadores de rodillos metálicos estáticos o vibrantes, triciclos o tándem, de neumáticos mixtos. La composición mínima del equipo será un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos o mixto y un (1) compactador de neumático.

Todos los tipos de compactadores deberán ser autopropulsados, con inversores de marcha suaves, y estar dotado de dispositivos para la limpieza de sus llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano a la extendedora; los cambios de dirección se harán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Se cuidará de que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

#### Limitaciones de la ejecución

Salvo autorización expresa del Director de las obras, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Celsius (5 ° C), salvo si el espesor de la capa a extender fuera inferior a cinco centímetros (5 cm), en cuyo caso el límite será de ocho grados Celsius (8 ° C). Con viento intenso, después de heladas o en tableros de estructuras, el Director de las Obras podrá aumentar estos límites, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas intensas.

Terminada su compactación podrá abrirse a la circulación la capa ejecutada, tan pronto como haya alcanzado la temperatura ambiente.

### 3.13.6 CONTROL DE CALIDAD

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

SITUACIÓN DE LA CAPA Y CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	TAMAÑO DEL LOTE PARA CONTROL DE FABRICACIÓN (LA MENOR DE LAS CANTIDADES INDICADAS)	
	Lot 1	Lot 2
Calzada T0, T1, T2	200 m <sup>3</sup> ó lo fabricado en medio día	500 m <sup>3</sup> ó lo fabricado en un día
Calzada T3, T4; Arcén T0, T1	250 m <sup>3</sup> ó lo fabricado en medio día	600 m <sup>3</sup> ó lo fabricado en un día
Otros casos	300 m <sup>3</sup> ó lo fabricado en medio día	800 m <sup>3</sup> ó lo fabricado en dos días
SITUACIÓN DE LA CAPA Y CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	TAMAÑO DEL LOTE PARA CONTROL DE EJECUCIÓN (La menor de las cantidades indicadas)	
	Lot 3	Lot 4
Calzada T0, T1, T2	250 m de calzada ó 350 m de arcén ó 2000 m <sup>2</sup> ó lo ejecutado en un día	3500 m <sup>2</sup>
Calzada T3, T4; Arcén T0, T1	300 m de calzada ó 400 m de arcén ó 2500 m <sup>2</sup> ó lo ejecutado en un día	4000 m <sup>2</sup>
Otros casos	350 m de calzada ó 500 m de arcén ó 3500 m <sup>2</sup> ó lo ejecutado en dos días	5000 m <sup>2</sup>

Para el control de la fabricación y ejecución de las mezclas descritas en este artículo se establecerán los lotes indicados en la tabla de Lotes, en función del tipo de suministro y de la situación de la capa del firme y categoría de tráfico pesado.

#### Control del suministro de ligante

Se cumplirá lo establecido en el artículo 211 ó 215 del PG-3.

Control del suministro de áridos

En el control de los áridos se cumplirá lo establecido en el artículo 230 del PG-3.

Control del suministro del polvo mineral de aportación

Cada partida que llegue a obra vendrá acompañada de un certificado de calidad del fabricante con identificación de tipo y características o de un certificado de un laboratorio acreditado que exprese las características del "lote". De cada partida se tomarán al menos dos muestras. Una de las muestras se conservará hasta el final del período de garantía; sobre la otra muestra se determinarán Granulometría y Densidad aparente

Al menos una (1) vez cada semana de producción se determinará el coeficiente de emulsibilidad.

#### Control de ejecución

Antes de iniciar la fabricación y siempre que se considere necesario, se medirá la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones establecidas en el apartado correspondiente de este Pliego.

Se inspeccionará que el equipo de fabricación es el aprobado y que su funcionamiento es adecuado: Se comprobará el ajuste de las salidas de las tolvas y de los dosificadores.

Se comprobará la humedad de los áridos en los silos en caliente de las centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador en cuyo caso se comprobará la humedad de la mezcla.

Antes de verter la mezcla del elemento de transporte a la extendidora, se comprobará su aspecto y se medirá la temperatura.

Se comprobará frecuentemente el espesor extendido mediante un punzón con escala graduada en milímetros.

En las zonas ya extendidas, donde se aprecie contaminación o segregación en un examen visual, se tomarán muestras y repetirán los ensayos de granulometría y contenido de ligante y, si su resultado fuere desfavorable, se procederá a levantar el área afectada transportando este material a vertedero o lugar señalado por la Dirección de las Obras.

Al menos una vez a la semana se verificará la exactitud de las básculas de dosificación y el correcto funcionamiento de los indicadores de temperatura de áridos y ligante.

Se establecerá un Plan de ensayos cuyos mínimos son los indicados en las tablas siguientes.

Control de la fabricación:

LOTE	MUESTRAS POR LOTE	ENSAYOS
Lot 1	1 a la entrada del secador	Granulometría árido combinado Equivalente de Arena
	1 a la entrada del mezclador	Granulométrico
	1 a la salida del mezclador	Granulometría árido extraído, NLT-165 Ligante extraído, NLT-164
Lot 2	1 (3 probetas)	Huecos Ensayo Marshall Ecurrimiento

Control de la ejecución:

LOTE	MUESTRAS POR LOTE	ENSAYOS
Lot 4	1	Regularidad superficial
Lot 3	5 testigos	Densidad Espesor
	5	Granulometría Adherencia
	1 por hm	Textura superficial, NLT-335 Resistencia al deslizamiento, NLT-175

El Director de las Obras podrá ordenar la realización de ensayos adicionales si en la inspección visual se observan aspectos diferenciados por zonas o existen cambios en las características de las capas de asiento.

#### Capa terminada

Se extraerán testigos de modo aleatorio tanto longitudinalmente, en número no inferior a cinco (5) por "lote", y se determinará su densidad, espesor y contenido de ligante.

En capas de rodadura se realizarán los ensayos siguientes, aleatoriamente situados de forma que haya al menos uno por hectómetro, y no antes de que transcurran dos (2) meses desde la apertura a la circulación:

- Círculo de arena
- Resistencia al deslizamiento

#### Control geométrico de la capa terminada

Se cumplirá lo prescrito en el artículo correspondiente de este Pliego.

### 3.13.7 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

#### Ligante

Se cumplirá lo prescrito en los artículos correspondientes de este Pliego.

#### Áridos

Se cumplirán las prescripciones del artículo correspondiente de este Pliego.

#### Fabricación

En centrales con tambor secador, se rechazarán las mezclas cuya humedad fuere superior a uno por ciento (1%) en masa del total. En las demás centrales, se retirarán los áridos de los correspondientes silos en caliente cuando presenten humedad excesiva.

Se rechazarán todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma y aquéllas cuya envuelta no fuera homogénea.

#### Capa terminada

##### Densidad

En mezclas densas, semidensas y gruesas, la densidad media obtenida en el "lote" no deberá ser inferior a la de referencia; no más de tres (3) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados que bajen de la densidad de referencia en más de dos (-2%) puntos porcentuales.

En mezclas drenantes y abiertas, la media de los huecos de la mezcla en el "lote" no deberán diferir en más de dos (2) puntos porcentuales de los de referencia; no más de tres (3) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que difieran de los huecos de referencia en más de tres (3) puntos porcentuales.

En los puntos que no cumplan lo anterior, se repetirá la extracción de testigos y la realización de ensayos de confirmación. Caso de no alcanzar los resultados exigidos se rechazará el lote.

### 3.13.8 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

La superficie acabada no deberá rebasar la teórica en ningún punto, excepto en capas de rodadura. El espesor medio obtenido en el "lote" no deberá ser inferior al previsto en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para esta capa; no más de tres (3) individuos del "lote" podrán presentar resultados individuales que bajen del especificado en más de un diez por ciento (10%).

Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no exista problemas de encharcamiento, el Director de las Obras podrá aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la merma de espesor sin incremento de coste para la Administración.

### 3.13.9 CAPA DE RODADURA. SUPERFICIE ACABADA

La profundidad de textura media del "lote" no deberá resultar inferior al valor prescrito. No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del veinticinco (25%) del mismo.

El valor medio de los resultados del ensayo de resistencia al deslizamiento en el "lote" no deberá ser inferior al valor prescrito. No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más de cinco centésimas (0,05).

Si no se cumplen estas condiciones, el Director de las obras rechazará el “lote” o especificará los medios y métodos de reparación. El Contratista elegirá entre realizar estas correcciones a su cargo o demoler el lote y retirarlo al vertedero.

### 3.13.10 MEDICIÓN Y ABONO

La fabricación y suministro de las mezclas bituminosas en caliente se abonará por toneladas (t), según su tipo, obtenidas multiplicando las anchuras señaladas para cada capa en los Planos, por los espesores medios y densidades medias deducidos de los ensayos de control de cada lote, afectados -en su caso- por las correspondientes penalizaciones.

El extendido de la mezcla bituminosa se abonará por m<sup>2</sup> pavimentados obtenido de multiplicar las anchuras y longitudes de los PLANOS.

Este abono incluye el de la preparación de la superficie existente y el de los áridos. No serán de abono las creces laterales, ni los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes.

Salvo en capas de regularización de firmes no construidos bajo el mismo contrato, no serán de abono los excesos de espesor que superen el diez por ciento (10%) de los previstos en las secciones tipo de los Planos.

Las unidades de abono son las recogidas en el Cuadro de precios nº1.

## 3.14 EMULSIONES BITUMINOSAS

### 3.14.1 DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

Se definen como emulsiones bituminosas las dispersiones de pequeñas partículas de un ligante hidrocarbonado y eventualmente un polímero, en una solución de agua y un agente emulsionante.

A los efectos de aplicación de este Pliego, únicamente se consideran las emulsiones bituminosas catiónicas, en las que las partículas del ligante hidrocarbonado tienen una polaridad positiva.

Las Emulsiones Bituminosas cumplirán el artículo 214 del PG3

### 3.14.2 CONDICIONES GENERALES

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.

Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, el Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

Las emulsiones bituminosas catiónicas deberán llevar obligatoriamente el marcado CE, conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 13808.

Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados. De forma explícita se prohíbe el uso de betunes asfálticos que contengan alquitranes u otras sustancias derivadas de la destilación de productos carbonosos —hulla u otros—, o betunes oxidados.

### 3.14.3 DENOMINACIONES

La denominación de las emulsiones bituminosas catiónicas modificadas o no, seguirá el siguiente esquema, de acuerdo con la norma UNE-EN 13808:

C	% ligante	B	P	F	C. rotura	aplicación
---	-----------	---	---	---	-----------	------------

Donde:

C	designación relativa a que la emulsión bituminosa es catiónica.
% ligante	contenido de ligante nominal (norma UNE-EN 1428).
B	indicación de que el ligante hidrocarbonado es un betún asfáltico.
P	se añadirá esta letra solamente en el caso de que la emulsión incorpore polímeros.
F	se añadirá esta letra solamente en el caso de que se incorpore un contenido de fluidificante superior al 3%. Puede ser opcional indicar el tipo de fluidificante, siendo $F_m$ (fluidificante mineral) o $F_v$ (fluidificante vegetal).
C. rotura	número de una cifra (de 2 a 10) que indica la clase de comportamiento a rotura (norma UNE-EN 13075-1).
aplicación	abreviatura del tipo de aplicación de la emulsión:

ADH	riego de adherencia.
TER	riego de adherencia (termoadherente).
CUR	riego de curado.
IMP	riego de imprimación.
MIC	microaglomerado en frío.
REC	reciclado en frío.

A efectos de aplicación de este artículo, se emplearán las emulsiones bituminosas de las tablas 214.1 y 214.2, según corresponda. De acuerdo con su denominación, las características de dichas emulsiones bituminosas deberán cumplir las especificaciones de las tablas 214.3.a, 214.3.b, 214.4.a o 214.4.b, conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 13808.

### 3.14.4 MEDICIÓN Y ABONO

La emulsión bituminosa se abonará por tonelada extendida según superficie de aplicación y dosificación empleada y el extendido por superficie realmente regada.

La unidad de abono, recogida en el Cuadro de Precios nº1, es la siguiente:

108002 t Emulsión bituminosa catiónica C50BF4

108014 m<sup>2</sup> Construcción de riego de imprimación (sin incluir emulsión)

### 3.15 GEOTEXTIL

#### 3.15.1 DEFINICIÓN

Son objeto de este artículo las aplicaciones de geotextiles utilizados para protección de las geomembranas de polietileno de alta densidad empleadas en la impermeabilización del vaso del depósito y los utilizados para ejecutar los drenes-colectores.

#### 3.15.2 MATERIALES

Los geotextiles a emplear en la impermeabilización del vaso del depósito serán de filamentos continuos de polipropileno, no tejidos, (tejidos en la zona de trasdos del muro de escollera) unidos mecánicamente por agujado, estabilizados frente a los rayos UV, de 500 g/m<sup>2</sup> de gramaje, y cumplirán las siguientes especificaciones, o similares aceptadas por la Dirección de Obra:

Características	Unidades	Valores	Norma
Resistencia a tracción longitudinal	kN/m	≥21	UNE-EN ISO 10319
Resistencia a tracción transversal	kN/m	≥21	UNE-EN ISO 10319
Alargamiento a la carga máxima longitudinal	≥%	80	UNE-EN ISO 10319
Alargamiento a la carga máxima transversal	≥%	70	UNE-EN ISO 10319
Punzonado estático (CBR)	kN	3,3	UNE-EN ISO 12236
Resistencia a la perforación dinámica (cono)	mm	≥17	UNE-EN ISO 13433
Eficacia de la protección	kN/m <sup>2</sup>	≥14.200	UNE-EN 13719
Durabilidad	2 semanas, 25 años		UNE-EN 13254 Anexo B
Oxidación	%	≥50	UNE-EN 12224

#### 3.15.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La base sobre la que va a ir el geotextil deberá estar limpia de grasas, plásticos, papeles, etc., se deberán retirar todos aquellos elementos punzantes o cortantes que puedan dañar al geotextil, como piedras, tocones, escombros, etc. Deberá ser más o menos lisa, firme y practicable, de tal forma que no se dificulte el trabajo de colocación del geotextil. Deberá ser apisonada o reperfilada previo a la colocación de los materiales para la consecución como base de apoyo adecuada.

El geotextil se desenrolla en tiras sobre la base bien por medios manuales o por medios mecánicos aprobados por la Dirección de Obra. La unión entre tiras en cualquier dirección se hará mediante solapes no inferiores a diez (10) cm unidos por punteo de calor. No se permitirá el paso de vehículos directamente sobre el geotextil.

Durante la colocación se lastrará con sacos de arena o similar para evitar levantamientos producidos por el viento, pero nunca podrá fijarse al suelo mecánicamente con pinzas metálicas.

No se permitirá la colocación de geotextiles, cuando tengan lugar precipitaciones o la temperatura ambiente sea inferior a dos grados centígrados (2º C).

El suministrador aportará las características técnicas de los materiales entregados en obra, para que estos puedan ser comprobados, a criterio de la Dirección de Obra, mediante los ensayos de conformidad correspondientes.

El vertido de los materiales granulares sobre el geotextil, deberá realizarse sin que se produzcan daños en el mismo.

#### 3.15.4 CONTROL DE CALIDAD

Se considerará aceptado el material si las características técnicas presentadas por el suministrador son iguales o inferiores al valor medio más la desviación típica obtenida en los ensayos de conformidad.

En la puesta en obra de los geotextiles se comprobarán de forma visual los siguientes puntos:

- a) Base de apoyo
- b) Solapes entre tiras

Se aceptará la puesta en obra de los geotextiles si durante la comprobación visual se observa que se cumplen las recomendaciones contenidas en estas Prescripciones.

#### 3.15.5 MEDICIÓN Y ABONO

Los geotextiles se medirán y abonarán por los metros cuadrados ( $m^2$ ), realmente ejecutados, quedando incluido en este precio los solapes indicados en el Proyecto u ordenados por la Dirección de Obra.

Se considera asimismo incluidas las uniones mecánicas por cosido, soldadura o pegado que sean necesarias para la correcta instalación del geotextil según se determina en el Proyecto o las indicaciones de la Dirección de Obra.

El precio por el metro cuadrado ( $m^2$ ), incluye todos los elementos necesarios para la colocación y puesta en obra del geotextil.

Se abonará esta unidad al precio indicado en el Cuadro de Precios Nº 1.

### 3.16 GEOMEMBRANA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

#### 3.16.1 DEFINICIÓN

Es objeto de este artículo la aplicación de geomembranas de polietileno de alta densidad para la impermeabilización del vaso del depósito.

Se denomina lámina impermeable a una geomembrana formada por materiales plásticos, cuya única misión es la impermeabilización de los elementos constructivos que recubra, frente a proyecciones, salpicaduras e inmersiones.

La geomembrana de polietileno de alta densidad (PEAD) es una lámina impermeable constituida por un 97,5% de polímero de polietileno y un 2,5% de negro carbón, con antioxidantes y estabilizantes, sin aditivos plastificantes. Se clasifica por el espesor de la lámina en milímetros, siendo de 2,0 milímetros en el caso del presente proyecto.

Las características que deben cumplir las geomembranas son las siguientes:

Características	Unidades	Valores	Norma
Espesor nominal mínimo	mm	2,00	UNE-EN ISO 24341 UNE-EN ISO 24346
Tolerancia de espesor	-	±10% del nominal	UNE-EN ISO 24341 UNE-EN ISO 24346
Variación máxima del espesor en la zona lateral de la lámina (60 mm del borde)	mm	0,15	UNE-EN ISO 24341 UNE-EN ISO 24346
Tolerancia en la anchura - ± 1% del nominal			UNE-EN ISO 24341 UNE-EN ISO 24346
Variación máxima del ancho a lo largo del rollo	mm	15	UNE-EN ISO 24341 UNE-EN ISO 24346
Dureza SHORE D	°Shore D	64 ± 5	UNE-EN ISO 868
Doblado a bajas temperaturas	-	Sin grietas	UNE-EN 13956
Resistencia a la percusión	-	Sin pérdida de estanquidad con una altura de impacto de 500 mm	UNE-EN 13956
Resistencia a la tracción en ambas direcciones	MPa	>15	UNE-EN ISO 527-3
Alargamiento a la rotura en ambas direcciones	%	>700	UNE-EN ISO 527-3
Resistencia mecánica a la perforación	N/mm	>45	
Envejecimiento artificial acelerado	-	-	UNE-EN ISO 4892-3
Pérdida de alargamiento	%	<15	UNE-EN ISO 527-3
Pérdida de resistencia mecánica a la perforación	%	<15	
Resistencia al desgarro en ambas direcciones	N	>90	UNE-EN 13956
Comportamiento al calor variación a las medidas	%	<3	UNE-EN 13956
Envejecimiento térmico	-	-	UNE-EN ISO 527-3
Absorción de agua a las 24 h	%	<0,2	UNE-EN 13956
Absorción de agua a los 6 días	%	<1	UNE-EN 13956
Resistencia a la perforación de raíces	-	Sin perforaciones	UNE-CENT/TS 14416

### 3.16.2 CONTROLES EN SU FABRICACIÓN Y/O TRANSFORMACIÓN

Las geomembranas suministradas por el fabricante en rollos irán identificadas con su numeración, así como fijadas por procedimientos mecánicos que permitan su fácil manipulación de carga y descarga.

Cada rollo deberá ser identificado por su número de fabricación y hoja de Control de Calidad del fabricante, que especifique como mínimo:

- Espesor.
- Resistencia al punzonamiento. Fecha de fabricación.

Las geomembranas y demás elementos asociados podrán ser comprobados por la Dirección de las Obras durante el período de fabricación, para lo cual aquella nombrará un representante que podrá asistir durante éste período a las pruebas preceptivas a que deberán ser sometidos dichos elementos de acuerdo con sus características normalizadas, comprobándose además dimensiones y pesos.

Independientemente de dichas pruebas, la Dirección de las Obras se reserva el derecho de realizar en fábrica, por intermedio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales se estimen precisas para el control perfecto de las diversas etapas de fabricación, según las prescripciones de este pliego. A estos efectos, el Contratista, en el caso de no proceder por sí mismo a controlar la fabricación de las geomembranas, deberá hacer constar este derecho de la Dirección de las Obras en su contrato con el fabricante.

Se deberá pues como mínimo, realizar los siguientes ensayos:

- Dimensionales
- Espesor.
- Peso específico.
- Ancho.
- Rectitud y planeidad.
- Aspecto. Mecánicos
- Resistencia a la tracción. Módulo de elasticidad.
- Resistencia al desgarro. Adherencia entre capas.
- Resistencia a las uniones (tracción, pelado, etc.). Alargamiento en rotura.
- Resistencia al punzonamiento. Resistencia al impacto dinámico. Perforación por raíces.
- Térmicos Estabilidad al calor.
- Doblado a bajas temperaturas. Durabilidad
- Resistencia al ozono. Envejecimiento artificial acelerado.
- Envejecimiento térmico. Migración de plastificantes. Estabilidad dimensional.
- Comportamiento Resistencia al betún. Absorción de agua.
- Resistencia a agentes químicos. Resistencia a microorganismos.

Si los rollos se reciben en las láminas unidas en la factoría del transformador, además de los ensayos anteriormente descritos, se exigirá la prueba según norma UNE.

### 3.16.3 CONTROLES A LA RECEPCIÓN EN OBRA

Se controlará que los rollos lleguen a pie de obra en perfectas condiciones. No se deberá observar defectos tales como perforación, rasguños, estrías, rugosidades, burbujas, ampollas.

El Director de Obra podrá rechazar los lotes a la vista de los resultados proporcionados por el laboratorio. Se comprobará que la zona donde se va a realizar la descarga de la materia prima está libre de cascotes u objetos punzantes que pudieran dañar la lámina cuando esté realizando la operación de descarga.

Se comprobará que cada rollo viene con su etiqueta de identificación, en donde se indicará como mínimo el espesor, longitud, anchura, lote, número de rollo y nombre del fabricante.

El Director de Obra, si lo estima necesario, podrá ordenar en cualquier momento la repetición de las pruebas sobre piezas ya ensayadas en fábrica.

El Contratista, avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estas pruebas de las que se levantará acta, y los resultados obtenidos en ellas, prevalecerán sobre las primeras.

Los ensayos y pruebas que haya que efectuar en los laboratorios oficiales designados por la Dirección de Obra como consecuencia de interpretaciones dudosas de resultados de los ensayos realizados en fábrica o en la recepción del material en obra serán abonados por el Contratista o por la Propiedad, con cargo a la misma, si, como consecuencia de ellos, se rechazasen o se admitiesen, respectivamente, los elementos ensayados.

### 3.16.4 CONTROLES EN SU MANIPULACIÓN

Será responsabilidad del contratista el que se cuiden los siguientes puntos:

Que la maquinaria y herramientas sean las adecuadas para no dañar las geomembranas a la hora manejarlas y/o transportarlas.

Que ninguna de las personas que estén trabajando sobre las láminas fume, lleven calzados que lo dañen o realicen otras operaciones que las puedan deteriorar.

Que el método utilizado para desenrollar las geomembranas no cause arañazos, ni deteriore el suelo del soporte o el geotextil de base.

Que el sistema usado en la colocación de las geomembranas minimice las arrugas. Se identificará el lugar donde se ha colocado cada geomembrana en planos o croquis. Se colocarán contrapesos para prevenir recolocaciones de desperfectos causados por el viento.

Que el despliegue de las geomembranas se realice con temperaturas ambientales que no superen los 36º C.

Que la instalación de las geomembranas no se realice durante ninguna precipitación, en presencia de excesiva humedad (niebla, rocío) o en presencia de vientos excesivos y siempre bajo el control del supervisor.

Que se coloquen cargas adecuadas que no dañen la geomembrana para prevenir levantamientos por el viento. Caso que los vientos sean fuertes, se colocarán cargas constantes a lo largo de los lados de las láminas para reducir el riesgo de flujo de viento bajo las láminas.

Que las áreas de tráfico en contacto directo con las geomembranas se minimicen, protegiéndola con geotextiles, otra membrana superpuesta u otro sistema protector.

### 3.16.5 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El presente apartado tiene por objeto definir las obras, establecer las condiciones técnicas que deben satisfacer los materiales, así como la forma correcta de ejecución de las distintas partidas para el suministro, transporte y montaje o instalación de las geomembranas definidas en el proyecto.

Esquemáticamente los pasos a seguir para la colocación de los geosintéticos son los siguientes:

Comprobación de la superficie receptora. Extensión y numeración de los paños.

Anclaje provisional de los mismos (si fuere necesario). Unión de los paños e identificación de cada uno.

Comprobación de las uniones. Anclaje definitivo.

Se preparará un plan de montaje que minimice la longitud de las uniones y maximice la velocidad de colocación. El plan incluirá planos 1:500 del montaje previsto y todos los detalles de uniones, remates y demás elementos singulares.

Una vez llegado el material a obra, la descarga se ha de realizar con medios adecuados, evitando usar maquinaria que pueda dañar el material.

Ha de comprobarse que el área de almacenaje es adecuada, que no tenga elementos cortantes y/o punzantes, estando su ubicación próxima al lugar donde se va a instalar los geosintéticos y, además, estar protegido de posibles vandalismos.

Los rollos se cubrirán para protegerlos de la luz si el acopio fuese prolongado.

Antes de comenzar la puesta en obra se comprobará la adecuación de la superficie receptora, su grado de compactación, ausencia de objetos extraños o materiales angulosos que puedan dañar la lámina de polietileno.

De forma general, la superficie a impermeabilizar tendrá las siguientes características:

Firme. Grado de compactación del 98% del Proctor Modificado. Suave. Sin cambios angulosos o abruptos.

Libres de objetos puntiagudos.

Libres de escombros de cualquier tipo. Libre de agua o humedad excesiva.

Asimismo, es recomendable observar que no existan próximos al lugar donde se va a realizar la impermeabilización, cascotes ni objetos punzantes que pudieran dañar la lámina cuando, se estén realizando las operaciones de descarga y/o extendido de los rollos.

Primeramente, se procederá al extendido del geotextil de protección. Sobre el geotextil de protección se extenderá la lámina de polietileno siguiendo el plano de instalación. La extensión y colocación de láminas se realizará de forma continua, diferenciando los paños de las superficies horizontales de las inclinadas y considerando previamente la mejor forma de solape y unión. Se desenrollarán solamente aquellos rollos que exclusivamente se vaya a realizar su unión. Para el desenrollado y extendido se utilizará un tractor equipado con cabezal de elevación y desenrollado.

En taludes cortos se admite desplegar la lámina de los rollos en caída libre, en el resto de los casos de utilizarán medios mecánicos auxiliares.

Dado el coeficiente de dilatación del PEAD y con el fin de eliminar los fenómenos de retracción de las geomembranas, se deberán tener presentes los siguientes puntos:

Una vez desarrollado, comprobar que cada rollo, viene identificado con su etiqueta. Dicho número de identificación, se deberá colocar bien visible en cada una de las piezas del mismo se instalan.

En las fichas de identificación y control de calidad de los rollos se anotará el código que corresponda para su identificación.

Los anclajes de las geomembranas se realizarán siguiendo las indicaciones de los planos de detalle.

Una vez que la geomembrana se encuentre asentada a lo largo y ancho de la superficie se procederá a su anclaje provisional, utilizando para su fijación sacos terreros. No se deberá realizar el anclaje definitivo de zanja hasta que la lámina esté contraída (primeras o últimas horas del día), con el fin de evitar acumulación de tensiones. Para ello se recomienda la cadencia siguiente:

Desenrollado de geomembrana a lo largo del talud.

Fijación provisional de la geomembrana en coronación con sacos de arena. Soldadura de la geomembrana en talud y hasta 0,75 m en solera.

Anclaje definitivo en coronación, según el procedimiento técnico definido y siguiendo los planos de detalle correspondientes. Esta operación se aconseja realizarla a primeras o últimas horas del día, y a temperatura ambiente no superior a 20º C.

Cuando haya que restituir la continuidad de un geosintético alrededor de algún elemento de obra que lo traspase, o anclarlo en elementos de fábrica, se pueden emplear piezas especiales de transición y unión al elemento compatibles con el material del geosintético, como dispositivos de compresión brida y contrabrida. En todos estos sistemas se verificará que no se producen concentraciones de tensiones que puedan desgarrar el material, por movimientos o asentamientos de la masa.

La unión de láminas de polietileno de alta densidad se realizará mediante soldadura doble con canal intermedio de comprobación. Sin embargo, en zonas de unión de varios paños y en puntos donde no sea posible la realización de la soldadura doble se ejecutará soldadura por extrusión.

Las uniones de las láminas de polietileno se realizarán mediante soldadura automática por termofusión con canal central. En las zonas de difícil acceso se emplearán métodos de unión de soldadura manual con granza o cordón, dejando embebido un hilo de cobre. Las superficies a soldar deberán estar perfectamente secas y limpias. No se realizarán soldaduras en tiempo húmedo, con fuerte viento (sin protección adicional) o con temperaturas fuera del rango 5-40º C.

Las operaciones de unión y anclaje en los geosintéticos susceptibles de sufrir dilataciones y contracciones se realizarán a las horas más frías del día.

#### Soldadura doble

Las dimensiones de las bandas laterales de lámina sobrante y del canal intermedio tendrán un ancho mínimo de 1,50 cm, mientras que la anchura del solape será siempre mayor de 10 cm.

La maquinaria de soldadura podrá ser de cuña caliente o aire caliente o ambas, pero siempre será automática, y con un sistema de control de la temperatura de soldado. Se podrá facilitar, a petición de la dirección de obra, la impresión de las condiciones de soldadura; presión de los rodillos, velocidad y temperatura. La temperatura y velocidad de soldadura, se regulará según las condiciones climatológicas, y a partir de ensayos previos realizados en obra con tensiómetro automático de campo.

Las láminas a soldar estarán limpias y exentas de polvo o grasa, para lo cual en ocasiones será necesario limpiarlas con un paño previamente.

Las soldaduras dobles con canal de comprobación se ensayarán según UNE 104-481-3-2. Aquellas soldaduras que no cumplan la anterior comprobación podrán repararse de alguna de las dos formas siguientes:

Si el punto de fuga es localizable se reparará mediante una soldadura por extrusión.

Si la soldadura es completamente defectuosa se reparará insertando un nuevo paño del mismo material de anchura no inferior a 1 m el cual se suelda a los paños cuya soldadura era defectuosa, comprobándose de nuevo las nuevas soldaduras.

#### Soldadura por extrusión

Esta unión se realiza con una máquina extrusora portátil que aporta material del mismo tipo que la lámina. Se pondrá especial énfasis en que la materia prima de la lámina y el material de aporte sean del mismo fabricante, para garantizar la durabilidad de la misma.

La operación de soldadura por extrusión requiere una limpieza enérgica de la zona a soldar. Se efectuará un lijado de una zona de aproximadamente de 6 cm común a ambas láminas. Este lijado se realizará siempre en dirección perpendicular a la soldadura, no eliminando más de un 10% del espesor de la lámina.

El cordón de soldadura tendrá una anchura mínima de 3 cm y una altura mínima del espesor de la lámina.

En la ejecución de esta soldadura se deja embebido un cordón de hilo de cobre para su comprobación con chispómetro, o mediante el procedimiento de la campana de vacío. También se realiza una inspección visual de los cordones.

### 3.16.6 MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán las unidades realmente instaladas y terminadas, expresadas en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie impermeabilizada, una vez finalizada toda la superficie de la balsa y comprobada su estanqueidad y funcionalidad, no admitiéndose, por tanto, abonos parciales de la unidad de obra.

El abono de esta unidad se realizará al precio del Cuadro de Precios Nº 1.

Previo al lanzamiento de paneles es necesario hacer un barrido de la zona a cubrir.

Es importante tener mucha precaución con el viento, por ello a medida que se van extendiendo los paneles, estos deben ser lastrados con sacos de arena lavada o sacos con bolsa plástica para evitar el lavado de la arena con la lluvia.

No se permitirá el paso de vehículos sobre la geomalla pues podría dañarla por efectos directos o bien mediante el vertido de aceites, gasóleos u otro tipo de productos. La geomalla extendida no será nunca utilizada como área de trabajo, para la preparación de remates, parches etc. se deberá de tomar la precaución de colocar una capa de protección.

Los paneles deberán de ser de dimensiones holgadas respecto a lo teórico para evitar tensiones residuales o efecto puente en las irregularidades del terreno.

## 3.17 OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA O ARMADO

### 3.17.1 DEFINICIÓN

La ejecución del hormigonado en estructuras de hormigón en masa, armado o pretensado, comprende las operaciones de vertido de hormigón para rellenar cualquier estructura, cimiento, muro, losa, etc., en la cual el hormigón quede contenido por el terreno y/o por encofrados.

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Suministro del hormigón
- Comprobación de la plasticidad del hormigón
- Preparación de las juntas de hormigonado con los materiales que se hayan de utilizar.
- Vertido y compactación del hormigón.
- Curado del hormigón

Se entiende por hormigón la mezcla de cemento, agua, árido grueso, árido fino y, eventualmente, productos de adición, que al fraguar y endurecer adquiere la resistencia deseada.

### 3.17.2 CONDICIONES GENERALES

El hormigón que se utilizará en la obra procederá de planta fija de fabricación, por lo que la función del Contratista y la Dirección de Obra se limitará a su recepción y a la verificación de su idoneidad mediante los procedimientos descritos en el Código Estructural.

### 3.17.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### HORMIGONADO

El contratista ha de presentar al inicio de los trabajos un plan de hormigonado para cada estructura, que ha de ser aprobado por el Director de Obra.

El plan de hormigonado consiste en el explicitación de la forma, medios y proceso que el contratista ha de seguir para la buena colocación del hormigón.

En el plan ha de constar:

- Descomposición de la obra en unidades de hormigonado, indicando el volumen de hormigón a utilizar en cada unidad.
- Forma de tratamiento de las juntas de hormigonado.
- Para cada unidad ha de constar:
  - Sistema de hormigonado (mediante bomba, con grúa y cubilote, canaleta, vertido directo,...).
  - Características de los medios mecánicos.
  - Personal.
  - Vibradores (características y nombre de éstos, indicando los de recambio por posible avería).
  - Secuencia de relleno de los moldes.
  - Medios por evitar defectos de hormigonado por efecto del movimiento de las personas (pasarelas, andamios, tabloneros u otros).
  - Medidas que garanticen la seguridad de los operarios y personal de control.
  - Sistema de curado del hormigón.

No se iniciará el hormigonado sin la conformidad del Director de Obra, una vez haya revisado la posición de las armaduras y demás elementos ya colocados, el encofrado, la limpieza de fondos y costeros, y haya aprobado la dosificación, método de transporte y puesta en obra del hormigón.

La compactación se ha de hacer por vibrado. El vibrado ha de hacerse más intenso en las zonas de alta densidad de armaduras, en las esquinas y en los paramentos.

#### Curado

Durante el fraguado y hasta conseguir el 70% de la resistencia prevista, se han de mantener húmedas las superficies del hormigón. Este proceso ha de ser como mínimo de:

- 7 días en tiempo húmedo y condiciones normales
- 15 días en tiempo caluroso y seco, o cuando la superficie del elemento esté en contacto con aguas o filtraciones agresivas

El curado con agua no se ha de ejecutar con riegos esporádicos del hormigón, sino que se ha de garantizar la constante humedad del elemento con recintos que mantengan una lámina de agua, materiales tipo arpillera o geotextil permanentemente empapados con agua, sistema de riego continuo o cubrición completa mediante plásticos.

En el caso de que se utilicen productos filmógenos, autorizados por el Director de Obra, se han de cumplir las especificaciones de su pliego de condiciones.

Durante el fraguado se han de evitar sobrecargas y vibraciones que puedan provocar la fisuración del elemento.

En todas las unidades de obra donde se utilice cemento puzolánico se cuidará especialmente el curado de los hormigones, atendiendo a evitar la desecación de los mismos durante el periodo de endurecimiento, para lo cual se tomarán las medidas oportunas en cada caso.

#### *Control de calidad*

En los planos se indica el tipo de control que debe realizarse en cada elemento de obra.

Para hormigones de resistencia característica mayor de 25 N/Mmm<sup>2</sup> será preceptivo la realización de los ensayos previos y característicos del hormigón según el Código Estructural, que permitan establecer la dosificación necesaria para la resistencia requerida.

En los hormigones de resistencia mayor a igual a 35 N/mm<sup>2</sup> los ensayos previos y característicos incluirán además de la resistencia, estudios del módulo de deformación, realizándose un mínimo de 3 ensayos a 28 días para los previos y 3 a cada edad de 3, 7, 9, 14, 28 y 90 días (total 18) para los característicos. Además, al inicio de la Dirección de las Obras podrán realizarse ensayos de fluencia y retracción.

En cuanto a la toma de muestras y fabricación de probetas de hormigón fresco queda prohibido el uso de morteros de azufre para refrentado de las probetas.

En caso de resultados desfavorables en los ensayos, podrá el Director de la Obra ordenar pruebas de carga, por cuenta del Contratista, antes de decidir la demolición o aceptación.

Si decidiera la aceptación, quedará a juicio del Director de las Obras una penalización consistente en la reducción del precio de abono en porcentaje doble de la disminución de resistencia del hormigón.

Cualquier reparación necesaria del elemento será realizada sin percibir el Contratista ningún abono por ello.

### **3.17.4 CONTROL DE CALIDAD**

Se realizarán los ensayos de control del nivel indicado en los planos, de acuerdo con el artículo correspondiente del vigente Código Estructural. Los valores de las magnitudes  $n$  y  $N$  señalados en ese artículo serán establecidos por la Dirección de Obra.

En cualquier caso, se establece un valor mínimo  $n = 6$ , para romper dos (2) probetas a 3 días, 2 a 7 y 2 a 28 días. La resistencia característica a los 3 días deberá superar el 50% de la exigida a 28 días, y la de 7 días el 70%. La Dirección de Obra podrá rechazar los hormigones que no cumplan esto, aunque cumplan con la resistencia exigida a 28 días. Los hormigones con aditivos deberán cumplir las condiciones de resistencia exigida a 28 días. Los hormigones con aditivos deberán cumplir las condiciones de resistencia a los 100 días.

En los elementos hormigonados con encofrado deslizante, se harán dos determinaciones ( $N = 2$ ) por día de hormigonado. En los demás, se hará un mínimo de una ( $N = 1$ ) por día de hormigonado.

Se hará una determinación de la consistencia con cono de Abrams al confeccionar cada serie de probetas.

### 3.17.5 MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de hormigón teóricos según los Planos del Proyecto.

La medición se realizará por tipo de hormigón, según las distintas unidades que se hayan definido en el Proyecto y se abonará a los precios del Cuadro de Precios que figure en el Proyecto de Construcción.

El hormigón utilizado en rellenos y así considerado expresamente por el Director de Obra, se medirá por diferencia entre los estados anterior y posterior a la ejecución de las obras, entendiendo el estado anterior como el correspondiente a las mediciones utilizados para el abono de la excavación.

Los precios incluyen el suministro, manipulación y colocación de todos los materiales necesarios, maquinaria, equipos de vertido, mano de obra, compactación, tratamientos superficiales, formación de juntas, curado y limpieza total.

También incluyen la obtención de la fórmula de trabajo y los ensayos necesarios. No incluyen las armaduras ni el encofrado, salvo que se indique lo contrario en los Cuadros de Precios.

Cuando sea necesario el empleo de cemento resistente a aguas agresivas, según instrucciones del Proyecto o del Director de Obra, el precio del m<sup>3</sup> de hormigón incluye este tipo de cemento.

No son objeto de medición el hormigón o mortero empleado en las nivelaciones de aparatos de apoyo de las estructuras.

### 3.18 MORTERO DE CEMENTO

#### 3.18.1 DEFINICIÓN

Se definen los morteros de cemento como la masa constituida por árido fino, cemento y agua. Eventualmente, puede contener algún producto de adición para mejorar alguna de sus propiedades, cuya utilización deberá haber sido previamente aprobada por el Director de las obras.

#### 3.18.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

##### 3.18.2.1 TIPOS Y DOSIFICACIONES

Para su empleo en las distintas clases de obra, se establecen los siguientes tipos y dosificaciones de morteros de cemento portland:

Mortero de cemento y arena M-7,5 (1/5), para fábricas de ladrillo y mampostería, arquetas pozos de registro, etc

Mortero de cemento y arena Md>25 N/mm<sup>2</sup> (1/1) para bordillos

El Director podrá modificar la dosificación en más o en menos, cuando las circunstancias de la obra lo aconsejen.

##### 3.18.2.2 FABRICACIÓN

La mezcla del mortero podrá realizarse a mano o mecánicamente: en el primer caso se hará sobre un piso impermeable.

El cemento y la arena se mezclarán en seco hasta conseguir un producto homogéneo de color uniforme. A continuación, se añadirá la cantidad de agua estrictamente necesaria para que, una vez batida la masa, tenga la consistencia adecuada para su aplicación en obra.

Solamente se fabricará el mortero preciso para uso inmediato, rechazándose todo aquel que haya empezado a fraguar y el que no haya sido empleado dentro de los cuarenta y cinco minutos (45 min) que sigan a su amasadura.

### 3.18.2.3 LIMITACIONES DE EMPLEO

Si es necesario poner en contacto el mortero con otros morteros y hormigones que difieran de él en la especie del cemento, se evitará la circulación de agua entre ellos; bien mediante una capa intermedia muy compacta de mortero fabricado con cualquiera de los dos cementos, bien esperando que el mortero u hormigón primeramente fabricado esté seco, o bien impermeabilizando superficialmente el mortero más reciente.

Se ejercerá especial vigilancia en el caso de hormigones con cementos siderúrgicos.

### 3.18.3 MEDICIÓN Y ABONO.

No se realizará abono por separado de esta unidad en los casos en que esté incluida en el precio de otra unidad de obra.

## 3.19 MADERA

### 3.19.1 CONDICIONES GENERALES

La madera para entibaciones, apeos, cimbras, andamios, encofrados, demás medios auxiliares y carpintería de armar, deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Proceder de troncos sanos apeados en sazón.
- Haber sido desecada al aire, protegida del sol y de la lluvia, durante no menos de dos años.
- No presentar signo alguno de putrefacción, atronaduras, carcomas o ataque de hongos.
- Estar exenta de grietas, lupias y verrugas, manchas, o cualquier otro defecto que perjudique su solidez y resistencia.

En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los cuales, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza.

- Presentar anillos anuales de aproximada regularidad, sin excentricidad de corazón ni entrecorteza.
- Dar sonido claro por percusión.

### 3.19.2 FORMA Y DIMENSIONES

La forma y dimensiones de la madera, serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar su resistencia y cubrir el posible riesgo de accidentes.

La madera de construcción escuadrada será madera de sierra, de aristas vivas y llenas.

### 3.19.3 MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## 3.20 ENCOFRADOS

### 3.20.1 DEFINICIÓN

La misión del encofrado es contener y soportar el hormigón fresco hasta su endurecimiento, sin experimentar asentamientos ni deformaciones, dándole la forma deseada.

A los efectos de las obras a que se refieren estas Prescripciones, los encofrados se dividen en los tipos siguientes:

Encofrado recto en paramentos ocultos:

Es el que se emplea en paramentos de hormigón de directriz recta que posteriormente han de quedar ocultos por el terreno o por algún revestimiento. Podrán utilizarse tablas o tablonos sin cepillar y de largos y anchos no necesariamente uniformes.

Encofrado recto en paramentos vistos:

Es el encofrado de madera o metálico que se emplea en paramentos de directriz recta o piezas especiales, que han de quedar vistos, o en los paramentos que por necesidades hidráulicas exigen un acabado liso.

### 3.20.2 MATERIALES

Los encofrados podrán ser metálicos, de madera, productos aglomerados, etc., exigiéndoles como cualidades principales las de ser rígidos, resistentes, estancos y limpios.

La madera, en el caso de que se use este material, cumplirá las siguientes condiciones:

Proceder de troncos sanos.

Haber sido desecada perfectamente al aire, protegida del sol y de la lluvia, durante un periodo mayor de dos (2) años.

No presentar ningún signo de putrefacción, carcoma o ataque de hongos.

Estar exenta de grietas, hendiduras, manchas, entalladuras, cortes o agujeros, o de cualquier otro defecto que pueda perjudicar su solidez y resistencia.

Tener sus fibras rectas y no reviradas, paralelas según la mayor dimensión de la pieza.

Dar sonido claro por percusión.

En particular contendrá el menor número posible de nudos, los que, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión.

En el caso de encofrados metálicos la chapa será perfectamente lisa, sin aspereza, rugosidades o defectos que puedan repercutir en el aspecto exterior del hormigón, y tendrá el espesor adecuado para soportar debidamente los esfuerzos a que estará sometida, en función del trabajo que desempeña. La Dirección de Obra, se reserva el derecho de rechazar todas aquellas que a su juicio no cumplan los requisitos exigidos.

En todo caso para el cálculo del encofrado, se supondrá que el hormigón fresco tiene una densidad igual a dos con cuatro toneladas por metro cúbico (2,4 t/m<sup>3</sup>).

En cualquier caso, los encofrados y las uniones de sus distintos elementos poseerán una resistencia y rigidez suficiente para resistir sin asientos ni deformaciones las cargas y acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado y, especialmente, los debidos a la compactación de la masa.

### 3.20.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### 3.20.3.1 GENERALIDADES

Se autorizará el empleo de tipos y técnicas especiales de encofrado cuya utilización y resultados estén sancionados por la práctica, debiendo justificarse debidamente a la Dirección de Obra aquéllos que se salgan de esta norma.

Los enlaces de los distintos elementos o puntos de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifique con facilidad, sin requerir golpes ni tirones.

Los moldes ya usados y que hayan de servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas. Los encofrados, sus ensambles, soportes y cimbras, tendrán la resistencia y rigidez necesarias para soportar el hormigonado sin movimientos locales superiores a tres (3) milímetros, ni de conjunto superiores a la milésima de la luz, y, aunque hayan sido aceptados para su empleo por la Dirección de Obra, no por ello quedará libre el Contratista de las responsabilidades a que pudiera haber lugar.

Los encofrados de paramento, y en general los de superficies vistas estarán cepillados, con tablas bien machihembradas y bien ajustadas si son de madera, y en todo caso dispuestas de manera que la superficie del hormigón no presente salientes, rebabas o desviaciones visibles. En las juntas de hormigonado los encofrados deben volver a montarse de forma que sean estancos, anclándose con firmeza, pero de forma que no se empleen ataduras de alambre ni pernos empotrados en el hormigón. Si se emplean varillas metálicas para apuntalar los tableros del encofrado de paramentos, dichas varillas se terminarán por lo menos a cinco (5) centímetros del encofrado, en dichos tableros, se dispondrán también unos elementos entre los tuerces del encofrado y la madera de la tabla, de forma que el alambre de dichos tuerces quede siempre embutido cinco (5) centímetros como mínimo en el interior del hormigón. Los agujeros practicados por estos motivos se rellenarán con mortero de igual calidad al empleado en el hormigón, inmediatamente después de quitar el encofrado dejando una superficie lisa.

Las juntas de los encofrados serán lo bastante estancas para impedir los escapes de mortero y de cantidades excesivas de agua. No se admitirán en los plomos y alineaciones de los paramentos errores mayores de dos (2) centímetros, y en los espesores y escuadras de muros y pilas solamente una tolerancia del uno (1) por ciento en menos y del dos (2) por ciento en más, sin regresados, para salvar estos errores.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón. Por otra parte, se dispondrán las tablas de manera que se permita su libre entumecimiento sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

Tanto las superficies interiores de los encofrados como los productos desencofrantes que a ellas puedan aplicarse, deberán estar exentos de sustancias perjudiciales para el hormigón.

Las juntas se rellenarán con madera o masilla; el empleo de arcilla o yeso no está permitido. Tampoco podrá utilizarse la creta, los lápices grasos y los productos que destiñan.

El Contratista propondrá a la aprobación de la Dirección de las Obras el sistema de encofrados que desea utilizar en las distintas partes de las obras.

Los separadores utilizados para mantener la armadura a la distancia del paramento especificada en el proyecto, podrán ser de plástico o de mortero. En el caso de utilizar dados de mortero, se adoptarán durante la fase de hormigonado, las precauciones necesarias para evitar que aparezcan manchas de distinto color en la superficie.

Se deberá utilizar encofrado para aquellas superficies con inclinación mayor de veinticinco (25) grados, salvo modificación expresa por parte de la Dirección de Obra.

### 3.20.3.2 DESENCOFRADO

Ningún elemento de obra podrá ser desencofrado antes de que el hormigón haya endurecido suficientemente y que la Dirección de Obra de su autorización.

Los costeros y fondos del encofrado, así como los apeos, deberán retirarse sin producir sacudidas.

El plazo de retirada del encofrado depende de la evolución del endurecimiento del hormigón, y por consiguiente del tipo de cemento, de la temperatura, de la clase de esfuerzos a que esté sometido el elemento de obra, etc. Como mínimo para los elementos estructurales importantes el plazo de desencofrado será de siete (7) días.

El Contratista no tendrá derecho a reivindicación alguna sobre las disminuciones de rendimiento motivadas por el plazo de desencofrado.

### 3.20.4 MEDICIÓN Y ABONO

El encofrado se medirá por los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie realmente encofrada, medidos sobre los planos de construcción, y según las especificaciones de los planos del Proyecto.

Cuando las mediciones realizadas superen las teóricas deducidas de los planos o de los criterios especificados en el Proyecto, no serán de abono los excesos resultantes, salvo autorización previa de la Dirección de Obra. En ningún caso se abonarán más de las unidades realmente ejecutadas.

Todos estos precios incluyen todos los materiales y las operaciones necesarias para la fabricación, transporte, colocación del encofrado, y el desencofrado y todos los materiales accesorios como codales, latiguillos, puntales, guías, andamios, etc. y operaciones necesarias para conseguir el perfecto acabado de la superficie del hormigón.

La medición obtenida según se indica anteriormente se abonará al precio que se indica en el Cuadro de Precios N<sup>o</sup> 1.

## 3.21 ARMADURAS DE ACERO

### 3.21.1 DEFINICIÓN

Se define como armaduras de acero a emplear en hormigón, el conjunto de barras de acero que se colocarán en el interior de la masa de hormigón para colaborar con éste a resistir las solicitaciones a que está sometido.

#### 3.21.1.1 MATERIALES

Condiciones generales

El acero especial a emplear en armaduras cumplirá las condiciones exigidas en el vigente Código Estructural y su calidad se adaptará a las prescripciones de la Instrucción citada.

El acero será del tipo B-500S.

El alambre que se ha de emplear para el atado de las armaduras, tendrá un coeficiente mínimo de rotura a tracción de treinta y cinco (35) kilogramos por milímetro cuadrado y un alargamiento mínimo de rotura del cuatro (4) por ciento de su longitud.

Transporte y almacenamiento

Para el transporte de aceros de diámetros hasta  $d = 10$  mm podrán utilizarse rollos de un diámetro mínimo interior de 50 d.

Los aceros con diámetro superior a 10 mm se suministrarán sin curvatura alguna, o bien dobladas ya en la forma precisa para su colocación.

Las barras de acero especial se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva ni puedan mancharse de grasa, aceites o sustancias análogas que perjudiquen su adherencia al hormigón. Por otra parte, las barras se almacenarán ordenadas por diámetros con objeto de evitar confusiones en su empleo.

Ensayos

Se harán los ensayos de control correspondientes al nivel "normal" de acuerdo con la vigente instrucción del hormigón excepto cuando los Planos indiquen lo contrario.

Forma y dimensiones

La forma y dimensiones de las armaduras serán las señaladas en los Planos y Prescripciones Técnicas Particulares.

### 3.21.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La preparación, ejecución y colocación de las armaduras en obra cumplirán las condiciones exigidas en el vigente Código Estructural.

Las barras deberán distribuirse de manera que el número de empalmes sea mínimo, y en cualquier caso el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra los correspondientes planos de despiece.

El Contratista deberá someter a la aprobación técnica de la Dirección de Obra, los planos de montaje de ferralla en obra, o en su caso, los esquemas y croquis necesarios para definir completamente los despieces, solapes, recubrimientos y esquemas reales de montaje de la armadura en obra. Dicha aprobación será previa a cualquier inicio de la ferralla del elemento afectado. Una vez colocada la armadura, se exigirá la aprobación por parte de la Dirección de Obra antes de iniciar el hormigonado.

Salvo otras instrucciones que consten en los planos, el recubrimiento mínimo de las armaduras será el siguiente:

Paramentos expuestos a la intemperie	5,0 cm
Paramentos en contacto con tierras, impermeabilizados	5,0 cm
Paramentos en contacto con tierras, sin impermeabilizar	7,0 cm
Paramentos en contacto con el agua	5,0 cm

Caso de tratar las superficies vistas del hormigón por abujardado o por cincelado, el recubrimiento de la armadura se aumentará en 1 cm. Este aumento se realizará en el espesor de hormigón sin variar la disposición de la armadura.

Los espaciadores entre las armaduras y los encofrados, serán de hormigón suficientemente resistente, con alambre de atadura empotrado en él, o bien de otro material adecuado. Las muestras de los mismos se someterán a la aprobación de la Dirección de Obra antes de su utilización, y su coste se incluye en los precios unitarios de la armadura.

En cruce de hierros y zonas críticas, se prepararán con antelación planos exactos a escala de las armaduras y de los distintos redondos que se entrecruzan.

La Dirección de Obra examinará la armadura y dará su aprobación, por escrito, antes de que se proceda al hormigonado.

Cuando las armaduras a emplear, excedan en longitud a las normales del mercado, el Contratista estará autorizado a utilizar empalmes sancionados por la práctica, previa aprobación de la Dirección de Obra, debiendo presentar oportunamente la modificación correspondiente al plano de armaduras.

La operación del doblado de las armaduras se realizará en frío y a velocidad moderada, por medios mecánicos, no admitiéndose ninguna excepción en el caso de aceros endurecidos por deformación en frío o sometidos a tratamientos térmicos especiales. Se seguirán en cualquier caso las indicaciones del vigente Código Estructural.

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de óxido, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial para su conservación y posterior adherencia al hormigón. La Dirección de Obra autorizará la disposición de los empalmes de las armaduras si se van a realizar en lugares distintos a los indicados en los planos de proyecto, procurando que queden alejados de las zonas en las que la armadura trabaje a su máxima carga. En cualquier caso, se seguirá siempre lo indicado en el vigente Código Estructural.

### 3.21.2.1 TOLERANCIAS

#### Tolerancias en el corte de armaduras:

Longitud de corte (siendo L la longitud básica)

	Desviación permitida
L < 6 m	± 20 mm
L > 6 m	± 30 mm

#### Tolerancias en el doblado:

Dimensiones de forma.

	Desviación permitida
L < 0,5 m	± 10 mm
0,5 m < L ≤ 1,50 m	± 15 mm
L > 1,50 m	± 20 mm

#### Tolerancia en la colocación:

- a) Recubrimientos: se permitirá una desviación en menos de cinco (5) mm, y una desviación en más en función de h, siendo h el canto total del elemento definido.

	Desviación permitida

$h < 0,50 \text{ m}$	$\pm 10 \text{ mm}$
$0,50 \text{ m} < h \leq 1,50 \text{ m}$	$\pm 15 \text{ mm}$
$h > 1,50 \text{ m}$	$\pm 20 \text{ mm}$

- b) Distancia entre barras: se permitirá la siguiente desviación entre barras paralelas consecutivas (siendo L la distancia básica entre las superficies de las barras).

	Desviación permitida
$L < 0,05 \text{ m}$	$\pm 5 \text{ mm}$
$0,05 < L \leq 0,20 \text{ m}$	$\pm 10 \text{ mm}$
$0,20 \text{ m} < L < 0,40 \text{ m}$	$\pm 20 \text{ mm}$
$L > 0,40 \text{ m}$	$\pm 30 \text{ mm}$

- c) Desviación en el sentido del canto o del ancho del elemento de cualquier punto del eje de la armadura o vaina (siendo L el canto total o el ancho total del elemento en cada caso).

	Desviación permitida
$L < 0,25 \text{ m}$	$\pm 10 \text{ mm}$
$0,25 < L \leq 0,50 \text{ m}$	$\pm 15 \text{ mm}$
$0,50 \text{ m} < L < 1,50 \text{ m}$	$\pm 20 \text{ mm}$
$L > 1,50 \text{ m}$	$\pm 30 \text{ mm}$

### 3.21.3 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad de los materiales será el correspondiente a Nivel Normal que se indica en el Código Estructural.

No podrán utilizarse partidas de acero que no lleguen acompañadas del certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física, según lo prescrito en el vigente Código Estructural.

En caso de que alguna de las barras de acero que constituyan la armadura vaya a ser objeto de soldadura, el fabricante indicará y garantizará las condiciones y procedimientos en que aquella ha de realizarse. La aptitud del acero para la soldadura se comprobará de acuerdo con lo indicado en el Código Estructural.

Cuando sea necesario la Dirección de Obra, ampliará el número de ensayos previstos, efectuando siempre los nuevos ensayos sobre aceros que procedan de la misma partida que aquellos cuyo ensayo no haya resultado satisfactorio. En caso de que esto no sea posible, decidirá qué medidas deben adoptarse.

En el caso de que se registre algún fallo en los ensayos de control de una partida de acero que haya sido colocada en alguna parte de la obra, la Dirección de Obra analizará la repercusión que este fallo pueda tener en el comportamiento resistente de la estructura y en la disminución de la seguridad prevista. En base a ello, adoptará las medidas que estime más convenientes.

Asimismo, si se prevé que la armadura, desde su confección hasta la puesta en obra del hormigón, va a estar a la intemperie, se tomarán las medidas adecuadas para evitar la oxidación y

que se manchen de grasa, pintura, polvo o cualquier sustancia que pueda perjudicar su buena conservación o posterior adherencia al hormigón.

### 3.21.4 MEDICIÓN Y ABONO

Las armaduras de acero a emplear en el hormigón se medirán por el peso en kilogramos, deducido de los planos de Construcción por medición de su longitud, empleando los pesos unitarios teóricos correspondientes a los distintos diámetros empleados.

Los empalmes, recortes, tolerancias siderúrgicas, despuntes, etc., se considerarán incluidos en dicha longitud, a efectos de abono, que se realizará a los precios establecidos en el Cuadro de Precios Nº 1, para el kilogramo de acero en redondos corrugado para armar, según el tipo, que incluye la adquisición, transporte, ferrallado, colocación, separadores, calzos, ataduras, pérdidas por recortes y despuntes, etc.

Cuando las mediciones realizadas superen las teóricas deducidas de los planos o de los criterios especificados en el Proyecto, no serán de abono los excesos resultantes, salvo autorización previa de la Dirección de Obra.

En ningún caso se abonarán más de las unidades realmente ejecutadas.

Las armaduras se abonarán al precio establecido en el Cuadro de Precios Nº 1.

## 3.22 IMPERMEABILIZACIÓN DE PARAMENTOS

### 3.22.1 DEFINICIÓN

Se incluye en este artículo la impermeabilización de todos los trasdoses de muros, de aletas, de paramentos verticales y horizontales de arquetas, muros y de embocaduras de obras de drenaje, en contacto con el terreno.

### 3.22.2 MATERIALES

Para la impermeabilización de los paramentos del primer grupo se empleará una pintura bituminosa de calidad garantizada y láminas asfálticas de betún elastómero, que se someterá a la aprobación previa del Ingeniero Director.

Para la impermeabilización de tableros se emplearán los siguientes materiales:

- Arena silíceas, con tamaño máximo de un milímetro (1 mm).
- Pintura asfáltica para imprimación.
- Lámina asfáltica de betún elastómero 4 Kg/m<sup>2</sup>.
- Emulsiones asfálticas de base acuosa.

Cumplirán con las características especificadas en la Norma UNE-EN ISO 17855-1 y UNE-EN ISO 17855-2.

Tendrán una resistencia al desgarro de 30 KN/m (según UNE-EN ISO 6383-1 y UNE-EN ISO 6386-2) y una resistencia a la tracción de 160 kg/cm<sup>2</sup> (según UNE-EN ISO 527-3).

### 3.22.3 MEDICIÓN Y ABONO

La medición obtenida según se indica anteriormente se abonará al precio que se indica en el Cuadro de Precios Nº 1.

### 3.23 MATERIALES PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE JUNTAS

#### 3.23.1 MATERIALES

Para la impermeabilización de las juntas entre los elementos estructurales se emplearán bandas elásticas de P.V.C., de la anchura definida en los planos con lóbulo central y nervios, de al menos nueve (9) milímetros para garantizar una adecuada unión al hormigón.

Los materiales deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Resistencia a la tracción mayor o igual o treinta y cinco (135) kilogramos por centímetro cuadrado
- Alargamiento a la rotura mayor o igual del trescientos por cien (300%)
- La banda deberá resistir una temperatura de cien (100) grados centígrados sin que se modifiquen las condiciones anteriores durante cuatro (4) horas
- Blandura según British Standard BS2782: 42-52
- Dureza Shore "A" comprendida entre setenta y setenta y cinco (70-75)
- Absorción de agua inferior al cero cinco por ciento (0,5%) según la norma ASTM-D570-22

La materia soluble en agua debe ser inferior al cero con uno por ciento (0,1%) según la Norma ASTM-D570-22

La Dirección de Obra deberá aprobar el tipo de junta a utilizar.

#### 3.23.2 CONTROL DE CALIDAD

Se realizarán los ensayos que a continuación se indican, para comprobar las características de las juntas previamente a la aprobación por estas por la Dirección de Obra.

- Un (1) ensayo de resistencia a tracción y medida de alargamiento UNE 53.064.
- Un (1) ensayo de envejecimiento artificial UNE-EN ISO 188
- Un (1) Ensayo de dureza SHORE
- Un (1) ensayo de absorción de agua
- Un (1) Ensayo de materia soluble en agua

#### 3.23.3 CONDICIONES DE EJECUCIÓN

El montaje de la junta, se hará siempre de tal forma que, una vez hormigonada la primera fase, quede vista la mitad de la banda. No se permitirá agujerear o maltratar la junta para su debido posicionamiento.

Se cuidará la colocación y el vibrado del hormigón alrededor de la junta, para asegurar el completo relleno de los espacios encofrados por debajo y alrededor de ella, de tal manera que se consiga un contacto entre el hormigón y la junta en toda la periferia de ésta.

Las bandas de P.V. C. deberán sujetarse en posición normal a la cara de la junta, con dispositivos de fijación sujetos al encofrado que garanticen su correcta posición antes y durante el hormigonado, sin que sea admisible la colocación manual en posición de durante éste.

El espaciamiento de los dispositivos de fijación, será lo suficientemente reducido, para que especialmente en los casos de tapajuntas dispuestos horizontalmente la desviación o flecha tomada por el ala del tapajuntas respecto a su posición teórica sea inferior a un tercio (1/3) del ancho del ala.

Todas las soldaduras de campo serán hechas por operadores experimentados, con un aparato eléctrico de soldadura de control termostático y una prensa, suministrados o aprobados por el fabricante de la banda y aprobados por la Dirección de Obra.

La unión de los extremos de la banda deberá hacerse con aportación de calor y empleando electrodo del mismo material, de forma que la estanquidad quede garantizada. No se permitirá ningún tipo de pegamento.

En el caso de cambio en la dirección de la junta, se emplearán piezas prefabricadas para la adaptación de estos cambios, uniéndose a las bandas mediante soldadura, con aportación del mismo material que la junta.

Si por olvido el Contratista no colocara en algún sitio determinado dichas bandas, queda obligado a efectuar un chorreo con agua y aire, de forma que la superficie de hormigón viejo quede con el árido visto y suficientemente rugoso para la posterior imprimación de un producto a base de resinas, aprobado por la Dirección de Obra, para la unión de hormigones de distintas edades.

Por esta operación el Contratista no tendrá derecho a ningún abono.

### 3.23.4 MEDICIÓN Y ABONO

La medición obtenida según se indica anteriormente se abonará al precio que se indica en el Cuadro de Precios Nº 1.

## 3.24 FÁBRICA DE BLOQUES DE HORMIGÓN

### 3.24.1 DEFINICIÓN

Se refiere esta unidad la fábrica de bloques de hormigón utilizada para la ejecución de los distintos tipos de arquetas contempladas en el Proyecto.

### 3.24.2 MATERIALES

La fábrica de bloques de hormigón será con bloques de dimensiones 40x20x20 cm., recibidos con mortero M-5 y rellenos de hormigón no estructural y armadura.

Los bloques huecos estarán fabricados con hormigón de resistencia característica superior a ciento setenta y cinco kilopondios por centímetro cuadrado ( $f_{ck} > 175 \text{ kp/cm}^2$ ) de consistencia seca, compactados por vibrado en máquinas que permitan el desmoldado inmediato, y que fragüen al aire en locales o áreas resguardadas, curando por regado, aspersion de productos curantes, etc. Tendrán forma ortoédrica, con huecos en dirección de la carga y paredes de pequeño espesor.

Cada dimensión básica de los bloques, más el grueso de la correspondiente junta, se ajustará al módulo de 10 cm o a los submódulos 10/4 cm, y 10/8 cm, para que las fábricas con ellos ejecutadas se acoplen a redes modulares de 10 cm en su caso con adiciones submodulares.

Las dimensiones se medirán según Norma UNE, realizándose la medición de 10 muestras.

Las tolerancias admitidas serán las siguientes:

Respecto a las dimensiones

Dimensión nominal (cm)	Tolerancias (mm)
Mayores de 40	+/- 5
De 40 a 20	+/- 4
Menor de 20	+/- 3

Respecto a la flecha

Dimensión nominal (cm)	Tolerancias (mm)
Mayores de 40	3
De 40 a 20	2
Menor de 20	1

En todo ángulo, dos grados sexagesimales (2º).

El fabricante está obligado a verificar en un laboratorio oficial la absorción, succión y heladicidad y a proporcionar los correspondientes resultados al Ingeniero Director.

La resistencia mínima de los bloques a compresión, garantizada por el fabricante, será de 125 kp/cm<sup>2</sup>.

Los bloques se apilarán en rejales para evitar desportillamiento agrietamientos o roturas., prohibiéndose la descarga por vuelco de la caja del vehículo transportador.

### 3.24.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los bloques se aparejarán a soga siempre que el ancho de las piezas corresponda con el muro, pudiendo aparejarse a tizón en casos especiales. La colocación de los bloques se hará de modo que las hiladas queden perfectamente horizontales y bien aplomadas teniendo en todos los puntos el mismo espesor. Cada bloque de una hilada solapará a los de la hilada inferior en, por lo menos, doce centímetros y medio centímetros (12,5 cm). Los bloques se sentarán mientras el mortero esté todavía blando, para asegurar una buena unión del bloque con el mortero y evitar que se produzcan grietas.

En los casos que se señalen en los planos, algunos huecos de los bloques se rellenarán de hormigón, para formación de soportes, sirviendo las piezas como encofrado.

Los bloques no se partirán para ajustes de las fábricas a las medidas de los muros, siendo precisa la utilización de piezas especiales para ello; esta norma se seguirá principalmente en esquinas, encuentros, cruces, mochetas de huecos, etc.

### 3.24.4 MEDICIÓN Y ABONO

Las fábricas de bloques de hormigón se medirán y abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente colocados en obra, medidos sobre los Planos.

Las fábricas de bloques de hormigón se abonarán al precio establecido en el Cuadro de Precios Nº 1.

## 3.25 POZO DE REGISTRO

### 3.25.1 DEFINICIÓN

Esta unidad se refiere a la ejecución de pozos de registro conformados por piezas prefabricadas, capaces de resistir las presiones exteriores debidas al terreno, y dotados de un sistema de unión que garantice la solidez y estabilidad del conjunto y su estanqueidad.

La forma y dimensiones interiores de los pozos de registro responderán a lo indicado en los planos.

Dentro de esta unidad se encuentran incluidas las siguientes operaciones:

- Excavación y extracción de los materiales, incluyendo la limpieza del fondo de la excavación.
- Las operaciones de carga, transporte y descarga del material extraído hasta lugar de empleo o vertedero autorizado.
- Los agotamientos y drenajes que fueran necesarios durante la ejecución de las obras.
- Una capa de hormigón de limpieza HL-150 de al menos 5 cm de espesor.
- Una solera de hormigón HM-20/P/20/IIa+Qb, ligeramente armado con mallazo para evitar fisuraciones, de las dimensiones especificadas en los planos o por el Director de las Obras.

El suministro, transporte y colocación de las piezas prefabricadas.

La injerencia de las conducciones de entrada y salida, mediante un dispositivo que garantice la estanqueidad de la unión, así como formación de muro aliviadero si fuera el caso.

El suministro, transporte y colocación de la tapa de fundición dúctil y pates de polipropileno, separados un máximo de 20 cm en altura.

Deberán llevar dos manos de impermeabilización interior mediante pintura al clorocaucho.

Cualquier trabajo u operación auxiliar necesarios para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

### 3.25.2 MATERIALES

Para la solera se empleará hormigón del tipo HNE-15/spb/40-20

Las piezas prefabricadas serán de resistencia mínima 25 MPa a 28 días, Los cercos y tapas de fundición dúctil serán conformes a las normas UNE-EN 1559-1, UNE-EN 1559-3 Y UNE-EN 1561. Serán abisagrados y acerrojados para impedir el robo y su apertura accidental o vandálica.

Con carácter general todos los materiales utilizados en la construcción de las arquetas y de los pozos de registro cumplirán con lo especificado en las instrucciones y normas vigentes que les afecten, así como en los artículos correspondientes de este Pliego. En todo caso, se estará, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Las tapas y el marco de los pozos de registro serán de fundición dúctil, según la norma ISO 1083. Conforme con las prescripciones de la norma UNE EN 124

Los pozos llevarán pates de polipropileno separados aproximadamente 30 cm entre sí, 50 cm de la solera y 25 cm de la superficie.

Las formas, cuantías y detalles de los diferentes elementos prefabricados serán los indicados en los planos.

### 3.25.3 CONTROL DE CALIDAD

La descarga de las piezas se realizará con los medios materiales y humanos adecuados, para que las piezas no sufran golpes, y se realice con seguridad. Se tendrá especial cuidado con no golpear las zonas de unión de las diferentes piezas, ya que su deterioro origina problemas en el ensamblaje.

A la llegada de las piezas a obra se comprobará:

- La uniformidad dimensional
- Ausencia de grietas, coqueras, aristas decantadas, superficies deslavadas.

Se comprobará que el material es el requerido y descrito en la documentación de entrega.

### 3.25.4 CONDICIONES DE EJECUCIÓN

Transporte

El transporte se realizará en vehículos provistos de un plano horizontal, con superficie lisa y exenta de elementos punzantes que puedan dañar los elementos prefabricados. Los anillos deben descansar por completo sobre la superficie del vehículo, evitando que el extremo de las mismas sobresalga de la plataforma de la parte posterior más de 40 cm.

Almacenamiento

El lugar destinado al almacenamiento debe estar suficientemente nivelado y enrasado.

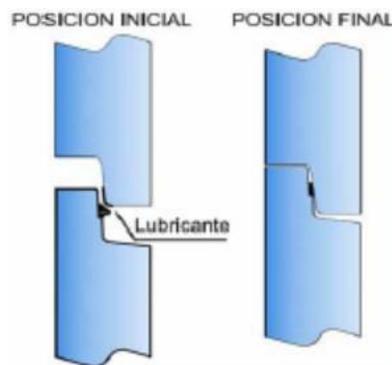
Montaje

La manipulación en obra se realizará con equipos mecánicos como: mordazas de cadenas para las bases, y traviesas metálicas para los conos.

Una vez efectuada la excavación requerida, se procederá a la ejecución los pozos de registro, de acuerdo con las condiciones señaladas en los artículos correspondientes del presente Pliego para la puesta en obra de los materiales previstos, cuidando su terminación.

Colocación de juntas de goma, entre módulos verticales

- Limpiar las boquillas y campanas, verificando que las mismas no estén deterioradas. Se colocará la junta Arpón en su posición final, es decir, apoyada contra el asiento y tope del macho.
- Se igualarán las tensiones del caucho estirando la junta en varios puntos.
- Se impregnará la campana y la junta de goma ya montada con pasta o gel lubricante, aplicándose con brocha.
- Los distintos módulos de un pozo de registro, deberán montarse concéntricamente, es decir, suspendiendo el módulo entrante con los útiles adecuados de tal manera que la junta sea comprimida uniformemente.



Las tapas de las arquetas o de los pozos de registro ajustarán perfectamente al cuerpo de la obra y se colocarán de forma que su cara superior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes.

#### Tapa y marco de fundición

El marco se embeberá en el hormigón fresco para conseguir una unión monolítica. No se permitirán instalaciones posteriores mediante tornillería.

El montaje de los registros se realizará comprobando el correcto estado de la parte superior del pozo donde ira apoyado el registro. En caso de existencias de partes desprendidas o deterioradas, estas se deberán restaurar, comprobando que la superficie quede libre de polvo o grasa.

Se verificará el relleno completo de los alveolos del marco para asegurar la fijación perfecta del registro, se completará el vertido por el exterior del cerco. Se prensará con ayuda de pisón manual o dispositivo similar.

No se realizará ningún sistema de “calzas” mediante ladrillos, maderas, metal, etc.

### 3.25.5 MEDICIÓN Y ABONO

Los pozos de registro se medirán las unidades completas realmente ejecutadas, y se abonarán a los precios que figuran en el Cuadro de Precios.

Dentro de los precios se consideran incluidas todas las operaciones, materiales y medios auxiliares necesarios para un perfecto acabado de las unidades, así como los elementos auxiliares que las componen tales como rejillas y tapas, salvo desglose en contra en el presupuesto, y las pruebas de estanqueidad.

### 3.26 ENTIBACIONES

#### 3.26.1 DEFINICIÓN

Se definen como entibaciones los métodos de sostenimiento empleados para resistir el empuje de tierras y evitar su deslizamiento, anterior, simultánea o posteriormente a la realización de la excavación.

#### 3.26.2 CLASIFICACIÓN DE LAS ENTIBACIONES

En función del porcentaje de superficie revestida, las entibaciones pueden ser de tipo ligera, semicuajada y cuajada.

La entibación ligera contempla el revestimiento de hasta un veinticinco por ciento (25%) inclusive, de las paredes de la excavación.

En la entibación semicuajada se reviste solamente el cincuenta por ciento (50%) de la superficie total y en el caso de entibación cuajada se reviste la totalidad de las paredes de la excavación.

### 3.26.3 SISTEMAS DE ENTIBACIÓN

Entre todos los sistemas existentes se pueden distinguir los siguientes:

- Entibación convencional, en la que normalmente se hace distinción entre:
- Entibación horizontal, en la cual los elementos del revestimiento se orientan en este sentido, siendo transmitidos los empujes del terreno a través de elementos dispuestos verticalmente (pies derechos), los cuales, a su vez, se aseguran mediante codales.
- Entibación vertical, en la que los elementos de revestimiento se orientan verticalmente, siendo transmitidos los empujes del terreno a carreras horizontales debidamente acodaladas.
- Entibación berlinesa
- Entibación con elementos metálicos: con una o más guías, entre los que se colocan elementos de forro (paneles). Sobre los perfiles se acomodan uno o varios niveles de acodalamiento.
- Módulos o cajas blindadas
- Otros sistemas de entibación sancionados por la práctica como satisfactorias

### 3.26.4 CONDICIONES GENERALES DE LAS ENTIBACIONES

Los sistemas de entibación a emplear en obra deberán cumplir, entre otras, las siguientes condiciones:

- Deberán soportar las acciones actuantes sobre las paredes de las excavaciones y permitir su puesta en obra de forma que el personal de obra no tenga necesidad de entrar en la zanja o pozo hasta que sus paredes estén adecuadamente soportadas.
- Deberán eliminar el riesgo de asientos inadmisibles en construcciones próximas.
- Deberán eliminar el riesgo de rotura del terreno por sifonamiento.
- No deberán existir niveles de acodalamiento por debajo de los treinta centímetros (30 cm) superiores a la generatriz exterior de la obra a construir en la excavación o zanja o deberán ser retirados antes de su ejecución.
- Se dejarán perdidos los apuntalamientos que no se puedan retirar antes del relleno o cuando su retirada pueda causar el colapso de la zanja antes de la ejecución de aquél.

### 3.26.5 EJECUCIÓN

El Contratista dispondrá en obra del material (paneles, puntales, vigas, madera, etc.) necesario para sostener adecuadamente las paredes de las excavaciones, con objeto de evitar los movimientos del terreno, pavimentos y/o servicios situados fuera de la zanja o excavación  
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

proyectada. El sistema de entibación permitirá ejecutar la obra de acuerdo con las alineaciones y rasantes previstas en el Proyecto.

Toda entibación en contacto con el hormigón de la obra de fábrica definitiva deberá ser cortada según las instrucciones del Director de Obra y dejada "in situ". En este caso solamente será objeto de abono como entibación perdida si está considerada como tal en el Proyecto o si la Dirección de Obra lo acepta por escrito.

Las zanjas o pozos que tengan una profundidad menor o igual a uno coma veinticinco metros (1,25 m) en terrenos coherentes, podrán ser excavadas con taludes verticales y sin entibación. Para profundidades superiores será obligatorio entibar la totalidad de las paredes de la excavación, excepto cuando la calidad del terreno, a juicio de la Dirección de Obra, lo haga innecesario. En terrenos sueltos, deberán entibarse todas las zanjas de altura superior a 80 centímetros.

Para zanjas y pozos de profundidades superiores a cuatro metros (4 m) no se admitirán entibaciones de tipo ligera o semicuajada.

Las prescripciones anteriores podrán ser modificadas a juicio de la Dirección de Obra, en los casos en que la estabilidad de las paredes de la excavación disminuya debido a causas tales como:

- Presencia de fisuras o planos de deslizamiento en el terreno.
- Zonas insuficientemente compactadas.
- Presencia de agua.
- Capas de arena suelta no drenadas.
- Vibraciones debidas al tráfico, trabajos de compactación, voladuras, etc.

El montaje de la entibación comenzará, como mínimo, al alcanzarse la profundidad de excavación de un metro y veinticinco centímetros (1,25 m), de manera que durante la ejecución de la excavación el ritmo de montaje de las entibaciones sea tal que queden sin revestir por encima del fondo de la excavación, como máximo los siguientes valores:

- Un metro (1 m), en el caso de suelos cohesivos duros.
- Medio metro (0,5 m), en el caso de suelos cohesivos no duros o no cohesivos, pero temporalmente estables.

En suelos menos estables, por ejemplo en arenas limpias o gravas flojas de tamaño uniforme, será necesario utilizar sistemas de avance continuo que garanticen que la entibación esté apoyada en todo momento en el fondo de excavación.

La entibación deberá retirarse a medida que se compacte el material de relleno de la excavación hasta treinta centímetros (30 cm) por encima de la generatriz superior de la obra construida, de forma que se garantice que la retirada de la entibación no disminuya el grado de compactación del terreno adyacente. A partir de este punto, la entibación se irá retirando de forma que las operaciones de relleno no comprometan la estabilidad de la zanja.

Si no se puede obtener un relleno y compactación del hueco dejado por la entibación de acuerdo con las estipulaciones de este Pliego, se deberá dejar perdida la entibación hasta una altura de cuarenta y cinco centímetros (45 cm) por encima de la generatriz superior de la obra construida.

### 3.26.6 MEDICIÓN Y ABONO

La entibación se abonará al precio que figuran en el Cuadro de Precios nº1.

### 3.27 TUBERÍAS DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV)

#### 3.27.1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta especificación establece las propiedades de un sistema de canalización y de sus componentes, fabricados en plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP) destinados al suministro de agua con y sin presión.

Así mismo es de aplicación para el suministro de todos los trabajos, materiales y servicios relacionados con la fabricación, ensayo, envío e instalación de tubería enterrada de poliéster reforzada con fibra de vidrio (PRFV), juntas, accesorios y piezas especiales según se especifique en los documentos técnicos y planos.

En el sistema de canalización, podrán utilizarse conjuntamente tubos y accesorios de diferente presión nominal y rigidez según las necesidades establecidas en proyecto.

#### 3.27.2 NORMATIVA APLICABLE

Todos los tubos, juntas y accesorios suministrados bajo esta especificación, estarán fabricados según normas reconocidas internacionalmente, utilizando resinas de poliéster insaturadas, refuerzos de fibra de vidrio y cargas de arena. Los requisitos mínimos aplicables serán los establecidos en las normas de referencia:

UNE EN ISO 23856:2022: Sistemas canalización en materiales plásticos para suministro de agua con o sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP).

UNE-EN ISO 23856:2022: Sistemas canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento con o sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) a base de resina de poliéster insaturada (UP).

AWWA C950: Norma AWWA para tubos Reforzados con Fibra de Vidrio con presión.

ASTM D3517: Especificación Estándar para Tubos de Presión de —Fibra de Vidrio|| (Resina Termoestable Reforzada con Fibra de Vidrio).

ASTM D3262: Norma para tubos de saneamiento sin presión de —Fibra de Vidrio|| (Resina Termoestable Reforzada con Fibra de Vidrio).

ASTM D3754: Especificación estándar para tubos de presión de —Fibra de Vidrio|| (Resina Termoestable Reforzada con Fibra de Vidrio) para saneamiento y vertidos Industriales.

CEN/TS 14632: Guía para la Evaluación de la Conformidad. Sistemas de canalización de Materiales Plásticos para saneamiento y suministro de agua a presión y sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturado (UP).

CEDEX: —Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión||. CEDEX: —Guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano||.

#### 3.27.3 TÉRMINOS, DEFINICIONES Y SÍMBOLOS

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

Tamaño nominal (DN):

Designación alfanumérica del tamaño, que es común a todos los componentes del sistema de canalización. Es un número convenientemente redondeado, utilizado como referencia y está relacionado con el diámetro interior, se expresa en milímetros (mm)

Rigidez nominal (SN):

Designación alfanumérica para clasificar la rigidez, que tiene el mismo valor numérico que el valor mínimo requerido de la rigidez circunferencial específica inicial (S0), se expresa en Newton por metro cuadrado (N/m<sup>2</sup>) y se obtiene según la norma ISO 7685.

Es la característica física de un tubo que expresa la resistencia a la deflexión circunferencial por metro de longitud bajo carga externa y está definida por la ecuación (1):

$$SN = \frac{E \cdot I}{d^3 m}$$

E es el módulo de elasticidad aparente,

dm es el diámetro medio del tubo, en metros (m),

I es el momento de inercia cuadrático del área en la dirección longitudinal por metro de longitud, en metros a la cuarta potencia por metro (m<sup>4</sup>/m), véase la ecuación (2):

$$I = \frac{e^3}{12}$$

Donde:

e es el espesor de pared, en metros (m). Diámetro medio (dm):

Diámetro medio (dm):

Diámetro del círculo que corresponde a la mitad de la sección transversal de la pared del tubo. Se indica, en metros (m), mediante la ecuación (3) o (4):

$$d_m = d_i + e \quad (3)$$

$$d_m = d_e - e \quad (4)$$

Donde:

d<sub>i</sub> es el diámetro interior, en metros (m); d<sub>e</sub> es el diámetro exterior, en metros (m);

e es el espesor de pared del tubo, en metros (m).

Factor de fluencia en húmedo ( $\alpha_x$ , fluencia, húmedo):

Relación entre la rigidez circunferencial específica a largo plazo, S50, a 50 años, determinada con una carga constante, en condiciones de humedad, cuando se realiza el ensayo conforme a la Norma ISO 10468, y la rigidez circunferencial específica inicial, S0.

Viene dado por la ecuación (5).

$$\alpha_x \text{Fluencia húmedo} = \frac{S50}{S0} \quad (5)$$

Presión nominal (PN):

Designación alfanumérica utilizada para clasificar la presión, con un valor numérico igual a la resistencia de los componentes del sistema de canalización a la presión interna, se expresa en bar.

Ensayos de control de calidad:

Ensayos llevados a cabo para controlar el proceso y/o el producto. Longitud nominal:

Designación numérica de la longitud de un tubo que es igual a la longitud efectiva del tubo, expresada en metros.

Condiciones normales de servicio:

El transporte de agua, tanto bruta como potable, en el intervalo de temperaturas de 2 °C a 35 °C, con o sin presión, durante mínimo 50 años.

Deflexión circunferencial relativa (y/dm):

Relación del cambio del diámetro de un tubo, y, en metros, y su diámetro medio, dm

Se calcula como porcentaje (%), por medio de la ecuación (6).

Deflexión circunferencial relativa (6)

$$= \frac{y}{dm} \times 100$$

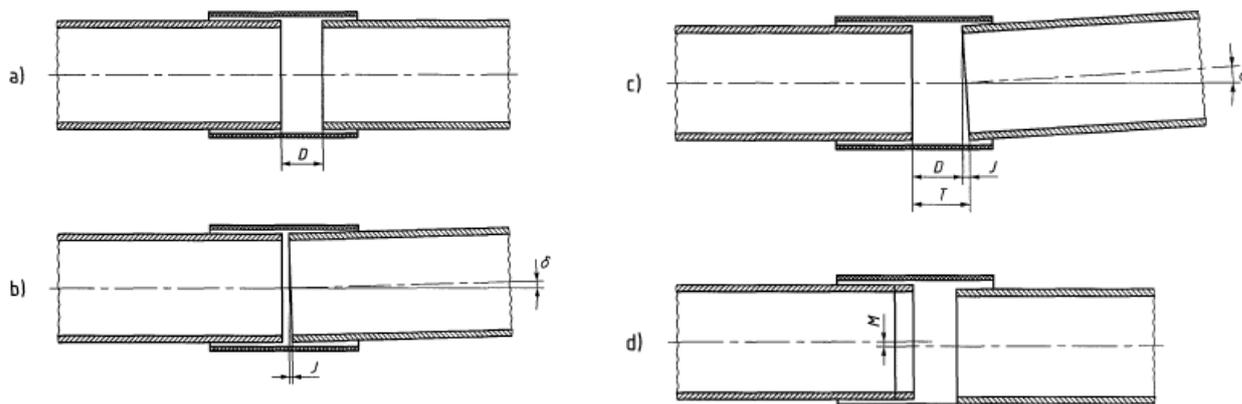
Desviación angular de las juntas (d):

Ángulo entre los ejes de dos tubos adyacentes, expresado en grados (º). Retracción (D):

Movimiento longitudinal de una junta, expresado en milímetros (mm). Retracción total (T):

Suma de la retracción, D, y del movimiento longitudinal adicional, J, debido a la presencia de la desviación angular, expresada en milímetros (mm).

Desalineación (M):



Cantidad debido a la cual las líneas centrales de tubos adyacentes no coinciden.

### 3.27.4 GENERALIDADES

### 3.27.5 DISEÑO TUBOS DE PRFV

Los tubos y los accesorios de PRFV cumplen con la norma UNE-EN ISO 23856:2022, y se deben clasificar en función del tamaño nominal (DN), serie, presión nominal (PN) y el tipo de unión. Los tubos se clasifican adicionalmente por la rigidez nominal (SN).

### 3.27.6 TAMAÑO NOMINAL

El tamaño nominal (DN) de los tubos y de los accesorios debe ser conforme a la Tabla 1. El diámetro nominal corresponde al diámetro interior del tubo.

Tamaños Nominales (DN)			
100	800	2000	3200
125	900	2100	3300
150	1000	2200	3400
200	1100	2300	3500
250	1200	2400	3600
300	1300	2500	3700
350	1400	2600	3800
400	1500	2700	3900
450	1600	2800	4000
500	1700	2900	
600	1800	3000	
700	1900	3100	

Tabla 1. Tamaños Nominales (DN)

### 3.27.7 RIGIDEZ NOMINAL

La rigidez nominal, SN, es la rigidez circunferencial específica (S0), expresada en N/m<sup>2</sup>, los valores normalizados de rigidez nominal para la UNE-EN ISO 23856:2022, es de 10.000 N/m<sup>2</sup>.

### 3.27.8 PRESIÓN NOMINAL

Es el valor más cercano a la DP (Presión de Diseño) en utilización continuada durante 50 años (largo plazo) a una temperatura máxima de servicio de 35°C.

La presión nominal (PN) debe ser conforme a una de las indicadas en la Tabla 3.

Podrán suministrarse otros valores nominales distintos a los de la

Tabla 3, por acuerdo entre el fabricante y el comprador. En ese caso el marcado de la presión PN sobre el componente debe remplazarse por PNv, donde v es el número igual a la presión nominal de los componentes.

PRESIÓN NOMINAL (PN)	
1	12,5
2,5	16
4	20
6	25
10	32

Tabla 2. Presión nominal (PN)

### 3.27.9 UNIONES

El tipo de unión de los tubos es del tipo manguito-tubo-manguito. Los manguitos cumplen con las mismas especificaciones que los tubos de PRFV a excepción de lo siguiente:

El DN exterior de los manguitos no cumple las especificaciones del DN exterior de los tubos de PRFV, pero sí el DN interior de los manguitos cumple con las especificaciones del DN exterior de los tubos de PRFV.

La unión entre tubos y accesorios se realizará mediante la utilización de una junta tipo manguito equipada con una junta de sellado independiente por elemento a unir y con un tope central de montaje.

#### 3.27.10 TUBOS DE AJUSTE

Los tubos de ajuste cumplen todo lo especificado en el presente pliego para las tuberías de PRFV y además cumplen a lo largo de toda su longitud, el diámetro exterior especificado para los tubos de Serie B1 y B2 en las Tablas 5 y 6 respectivamente de la Norma UNE-EN ISO 23856:2022.

La cantidad mínima de tubos de ajuste suministrado será de un 15% por diámetro, identificados del resto de tubos que no lo sea mediante una inscripción fácilmente identificada a simple vista.

#### 3.27.11 SERIE DE DIÁMETROS

Los tubos de PRFV serán de la serie B1 y B2 según el diámetro nominal conforme la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

Para  $DN > 500$  la serie a suministrar será la B1

Para  $DN \leq 500$  la serie a suministrar será la B2 ó B1 3.2.39.9.13 Fabricación de los tubos de PRFV y materias primas

### 3.27.12 GENERALIDADES

El tubo o el accesorio se debe construir empleando filamentos de vidrio cortados y continuos, fieltros o velos de tejidos de vidrio, y resina de poliéster con o sin cargas. Únicamente podrán utilizarse los aditivos necesarios para promover la reacción de polimerización de la resina o que mejoren sus propiedades.

La Dirección Facultativa podrá autorizar cualquier otra composición de materiales siempre y cuando esté debidamente justificado y convenientemente acreditado.

Tanto la resina como la fibra deberán estar homologados por el fabricante conforme a que su utilización permite obtener un producto final que supere los ensayos de homologación mediante laboratorio acreditado.

En aplicaciones donde exista riesgo de contacto con fluidos corrosivos y/o temperaturas elevadas, por sí solos o por la utilización de aditivos químicos mezclados, se deberán utilizar resinas con alto poder de resistencia química, del tipo ‘viniléster’ o equivalentes, en la barrera interior y/o en todas las capas del tubo. En estos casos se deberá estudiar la resina a utilizar en las 3 capas del tubo en función de las propiedades del fluido y condiciones de funcionamiento del proyecto.

El tubo o el accesorio podrán incorporar también cargas de áridos. No se admitirá el uso de áridos en la estructura del tubo si este no incorpora conjuntamente fibra de vidrio continua y cortada.

### 3.27.13 REFUERZO

El vidrio utilizado para la fabricación del refuerzo será del siguiente tipo: Vidrio tipo E, ECR ó CR: que comprende principalmente óxidos de sílice,

aluminio y calcio (vidrio aluminio-calcosilicato);

Además de este tipo de vidrio, estarán presentes pequeñas cantidades de óxidos de otros metales.

El refuerzo debe estar fabricado con filamentos de vidrio conformes al tipo E, ECR o CR, dirigidos de forma continua, y deben tener un tratamiento superficial (sizing) compatible con la resina que se va a utilizar. En el caso de la fabricación de la capa estructural de los tubos, los materiales de refuerzo serán hilos continuos y cortados.

Los refuerzos de fibra de vidrio a utilizar en la fabricación de componentes deben ser hilos de vidrio del grado de la más alta calidad comercial, convenientemente tratados para hacerlos compatibles con las resinas a emplear. Los distintos tipos de refuerzo que se pueden utilizar en la fabricación serán:

Mat de Superficie (velo)

Hilo continuo (roving directo)

Hilo cortado (chop)

### 3.27.14 RESINA

Se usarán resinas de poliéster aprobadas y validadas, de las cuales podremos suministrar documentación acerca de su idoneidad para la aplicación de este proyecto. En ningún caso, una vez producido el curado o polimerización de la resina, los materiales que constituyen el tubo tendrán elementos que puedan ser solubles en el agua, ni otros que sean capaces de darle sabor u olor que puedan modificar sus características.

En la fabricación de los tubos se entregará un certificado de las características de las resinas que se emplearán en la fabricación de los tubos.

La resina utilizada debe tener las siguientes propiedades:

Temperatura de flexión térmica (HDT) de al menos 70 °C, según la norma UNE-EN ISO 75-2.

Alargamiento a rotura por tracción longitudinal mínimo del 3%. Para su determinación, el ensayo deberá realizarse conforme a la metodología indicada en la UNE EN ISO 527-2

En la fabricación de los tubos, el curado de la resina deberá realizarse mediante la aportación de calor interior y exterior no aceptándose como único medio de curado la aportación de calor derivada de la reacción exotérmica del proceso de polimerización de la propia resina.

El nivel de curado de la resina deberá ser tal que la cantidad de estireno residual en el laminado interior no será superior al 0,05 % en peso según ensayo definido en la norma ISO 4901 y ASTM D3418 (Ensayo DSC).

	Estireno residual (%)
Liner Interior / Capa estructural interior	<0,05
Núcleo / Capa estructural exterior	<0,05
Capa exterior	0,09

Como control rutinario de fabricación se realizará el ensayo de dureza Barcol según la norma ASTM D2583 o la UNE 53270. El valor mínimo de dureza no será inferior a 38.

Además, las resinas empleadas deberán ser homologadas por el fabricante con un ensayo de largo plazo reducido (RLTT) de presión a 2.000 horas, según la Norma UNE-CEN/TS 14632: EX. Dichos ensayos deberán estar documentados a través de los certificados de acreditación correspondientes.

### 3.27.15 CARGAS INERTES

Como norma general se utilizarán cargas inertes de naturaleza silíceas, para mejorar las propiedades mecánicas, más concretamente el módulo a flexión circunferencial.

El tamaño de las partículas de estas cargas inertes de naturaleza silícea no debe ser superior a 1 mm. Las cargas se emplazarán en una sola capa del tubo a forma de núcleo.

Se admite el uso de otro tipo de cargas inertes en la fabricación de tubos de presión, siempre y cuando quede demostrada su idoneidad mediante los correspondientes ensayos de validación a largo plazo, principalmente la resistencia a presión interior y flexión circunferencial en condiciones húmedas.

### 3.27.16 VELOS SINTÉTICOS

Las tuberías de PRFV podrán llevar velo sintético o no, de acuerdo a las siguientes indicaciones.

Los velos sintéticos son similares a los velos de vidrio pero fabricados con fibras sintéticas. Podrán ser exclusivamente de fibras sintéticas o de una combinación de fibras sintéticas y fibras de vidrio.

Las características técnicas de los velos sintéticos a emplear en la fabricación de las tuberías de PRFV deberán ser conformes a lo especificado en la tabla adjunta.

Propiedad	Especificación
Peso	25 – 35 g/m <sup>2</sup>
Material de la fibras	Fibras sintéticas y/o Fibra de vidrio ECR
Ensamaje de las fibras	Compatible con la resina de poliéster
Resistencia a tracción	≥ 50 N/(50 mm)

Tabla 4. Características técnicas de los velos sintéticos empleados en la fabricación de las tuberías de PRFV

Los velos sintéticos sólo se podrán utilizar en la capa interior (liner) de la tubería y únicamente si se demuestra una ventaja tanto mecánica como química frente a los velos de fibra de vidrio tradicionales.

### 3.27.17 ELASTÓMEROS

Los materiales elastoméricos de las juntas de estanqueidad serán de EPDM, y deben ser suministrados por proveedores de reconocida calidad.

El material elastomérico de las juntas de estanqueidad debe ser conforme con los requisitos aplicables de la Norma UNE EN 681-1. El fabricante facilitará los correspondientes ensayos de cumplimiento del proveedor de dichos elementos elastoméricos de acuerdo a la normativa anteriormente indicada.

Además de las juntas en los manguitos correspondientes, las piezas especiales de PRFV tipo brida, llevarán una junta de estanqueidad adecuada, preferiblemente con refuerzo metálico, y que cumplirá también las especificaciones de la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

### 3.27.18 ADITIVOS

El uso de aditivos en la resina (control de la viscosidad, curado, etc.), si se utilizan, no debe ir en detrimento de las características del producto ni debe impedir la inspección visual del producto acabado.

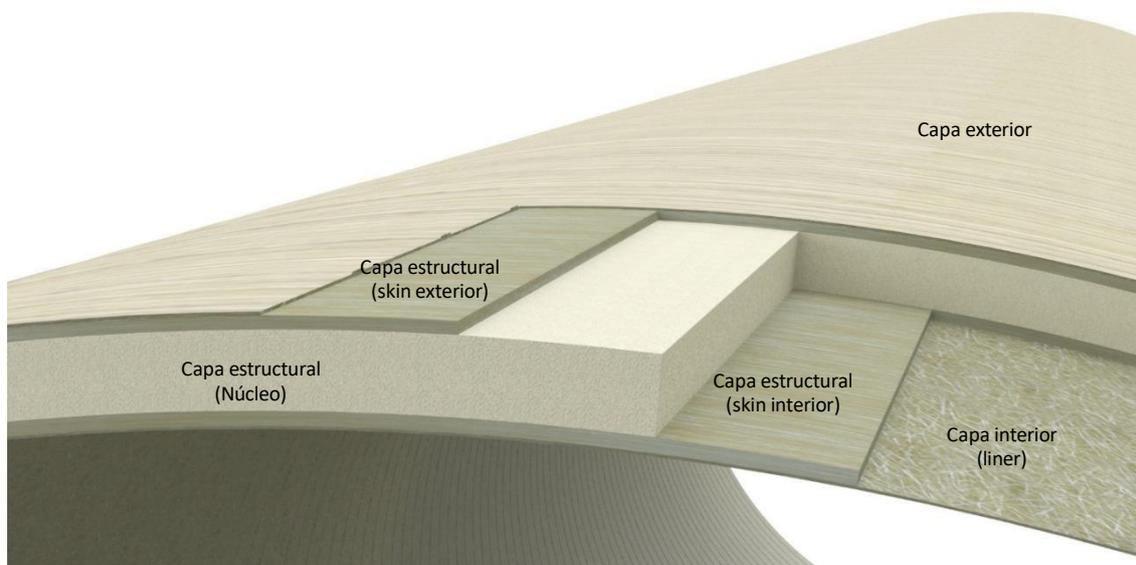
### 3.27.19 ACELERANTES, CATALIZADORES E INHIBIDORES

Se utilizarán productos que lleven a la completa polimerización de los componentes del elemento estructural, según las prescripciones del suministrador de la resina.

### 3.27.20 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

### 3.27.21 CONSTRUCCIÓN DE LA PARED

La pared de la tubería de PRFV Flowtite está constituida por varias capas estructurales y no estructurales que proporcionan las propiedades finales al tubo.



### 3.27.22 CAPA INTERIOR (LINER)

La capa interior debe ser fabricada con resina termoestable sin áridos y con refuerzos de vidrio. No se admite la fabricación del "liner" fabricado únicamente (100%) con resina y sin refuerzo de vidrio.

Este estrato deberá tener un espesor total no inferior a 1mm, no presentar zonas delaminadas, de escasez de resina o de refuerzo, de forma que se ofrezca la máxima resistencia química y estanquidad con respecto al fluido a contener.

### 3.27.23 CAPA ESTRUCTURAL

La capa estructural debe constar de un refuerzo de vidrio y de una resina termoestable con cargas inertes. Los refuerzos de vidrio serán tanto de hilo continuo como cortado. Sólo se admitirá el uso de cargas inertes en la capa estructural cuando se utilicen conjuntamente refuerzos de fibra de vidrio tanto cortado como continuo.

Las cargas inertes contribuyen a dotar de propiedades específicas o para aumentar la rigidez de la tubería. Una vez polimerizada esta capa, deberá estar libre de defectos evidentes de falta de vidrio de refuerzo o de espesor. En las estructuras formadas con cargas inertes se permitirán tonalidades de cambios de color debido a los mismos, siempre y cuando el espesor en la zona esté dentro de las tolerancias permitidas.

La capa estructural es la única capa que puede incluir cargas inertes en su composición.

### 3.27.24 CAPA EXTERIOR

El diseño de la capa exterior del tubo deberá tener en cuenta el entorno en el que se vaya a usar el tubo (terrenos agresivos, agua de mar, etc).

Esta capa estará compuesta por un velo de fibra de vidrio impregnado con una resina termoestable con los aditivos necesarios para eliminar las agresiones externas.

Esta capa debe estar formada de una resina de poliéster termoestable con refuerzos de vidrio y sin cargas inertes.

### 3.27.25 ASPECTO

Tanto la superficie interior como la exterior deben estar libres de irregularidades que afecten negativamente a la capacidad del componente para cumplir los requisitos de esta especificación. Tanto la tubería como los accesorios de PRFV no presentarán tanto interiormente como exteriormente ninguna de las siguientes irregularidades:

Zonas resacas, resina insuficiente, resina no distribuida homogéneamente. Golpes.

Delaminados ni laminados. Coqueras.

Burbujas, cúmulos de arena, fibra y/o resina de más de 2 cm de diámetro ni de más de 1 cm de altura.

Fresados muy rebajados en los extremos. Claridades (zonas sin arena).

Zonas interiores levantadas o dañadas.

Laminados exteriores para aumentar el diámetro exterior de los tubos y/o las piezas especiales.

Injertos y laminados, tanto interiores como exteriores mal realizados o con elementos distintos de los especificados en la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

Superposición de laminados.

Restos de la protección plástica interior.

Los extremos de los tubos y accesorios son perpendiculares a su eje longitudinal.

### 3.27.26 MARCADO

Los detalles del marcado deben imprimirse o realizarse directamente sobre el accesorio de tal forma que el marcado no inicie fisuras u otro tipo de roturas. Si el marcado se imprime con tinta, el color de la información impresa debe diferir del color básico del producto de tal forma que el marcado debe ser legible a simple vista.

En la cara exterior de cada accesorio debe figurar el siguiente marcado: Número de la norma de referencia. Norma UNE-EN ISO 23856:2022.

Tamaño nominal DN y la serie de diámetro Clase de rigidez (SN)

Valor de la presión (PN)

—P|| si es apto para agua potable Nombre o marca del fabricante

Número de serie del tubo o pieza especial Fecha y código de fabricación

Si procede, marca de calidad normalizada

Ángulo en piezas especiales (codos, derivaciones e injertos) Norma de taladrado en las bridas

Tipo de junta, flexible o rígida y si es resistente o no a esfuerzos axiales

### 3.27.27 MEDICIÓN DE LAS DIMENSIONES

En caso de discrepancia, las dimensiones de los componentes de PRFV se deben determinar a la temperatura de  $(23 \pm 5)$  °C. Las mediciones deben realizarse de acuerdo a la Norma EN ISO 3126 o utilizando cualquier método que tenga una precisión suficiente para determinar la conformidad o no con los límites aplicables. Las mediciones de rutina se deben determinar a la temperatura predominante.

### 3.27.28 SISTEMAS DE UNIÓN

### 3.27.29 GENERALIDADES

Si se le solicita, el fabricante debe declarar la longitud y el diámetro exterior máximo de la junta a suministrar.

De forma general la unión entre tubos y accesorios se realizará mediante la utilización de una junta de manguito equipada con una junta de sellado independiente por elemento a unir y con un tope central de montaje.

Las juntas serán diseñadas para que cumplan las siguientes condiciones:

Resistir los esfuerzos mecánicos sin debilitar la resistencia de los tubos.

No se producirán alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería.

Los elementos que la componen serán duraderos ante las acciones externas e internas.

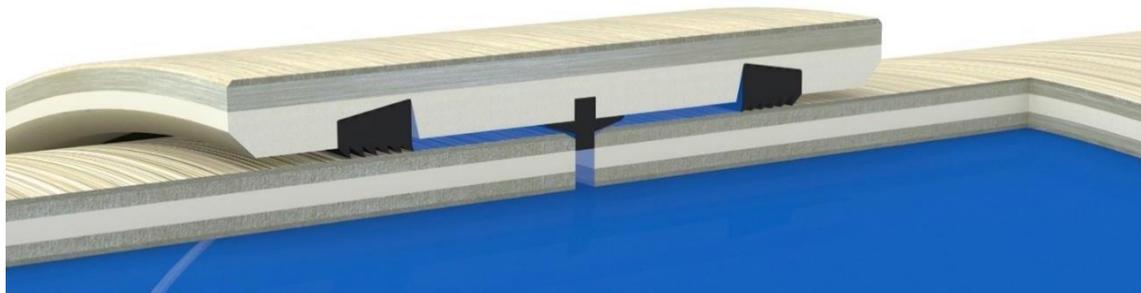
La unión será estanca a la prueba de presión hidrostática de los tubos y durante toda su vida útil.

Los codos, ampliaciones o reducciones y T, se unirán a la tubería mediante manguito. La salida secundaria de la pieza en T puede venir acabada en extremo liso o embridado según determine la Dirección Facultativa.

### 3.27.30 TIPOS DE UNIÓN

### 3.27.31 UNIÓN FLEXIBLE MEDIANTE MANGUITO

La unión entre tubos y accesorio se realizará mediante la utilización de una junta manguito equipada con una junta de sellado independiente por elemento a unir y con tope central de montaje.



### 3.27.32 DESVIACIÓN ANGULAR MÁXIMA ADMISIBLE.

La unión mediante manguito flexible de PRFV admite cierta desviación angular entre los tubos a unir.

La desviación angular máxima admisible no debe ser inferior a los valores siguientes:

3º para tubos y/o accesorios con un tamaño nominal igual o inferior a  $DN \leq 500$ .

2º para tubos y/o accesorios con un tamaño nominal superior a  $DN < 500$  e igual o inferior a  $DN \leq 900$ .

1º para tubos y/o accesorios con un tamaño nominal superior a  $DN < 900$  e igual o inferior a  $DN \leq 1800$ .

0,5º para tubos y/o accesorios con una dimensión nominal superior a  $DN < 1800$ .

Las juntas flexibles destinadas a utilizarse con presiones superiores a 16 bares pueden tener, mediante declaración y acuerdo entre el fabricante y el comprador, desviaciones angulares máximas admisibles inferiores a las indicadas.

### 3.27.33 JUNTAS DE ESTANQUIDAD

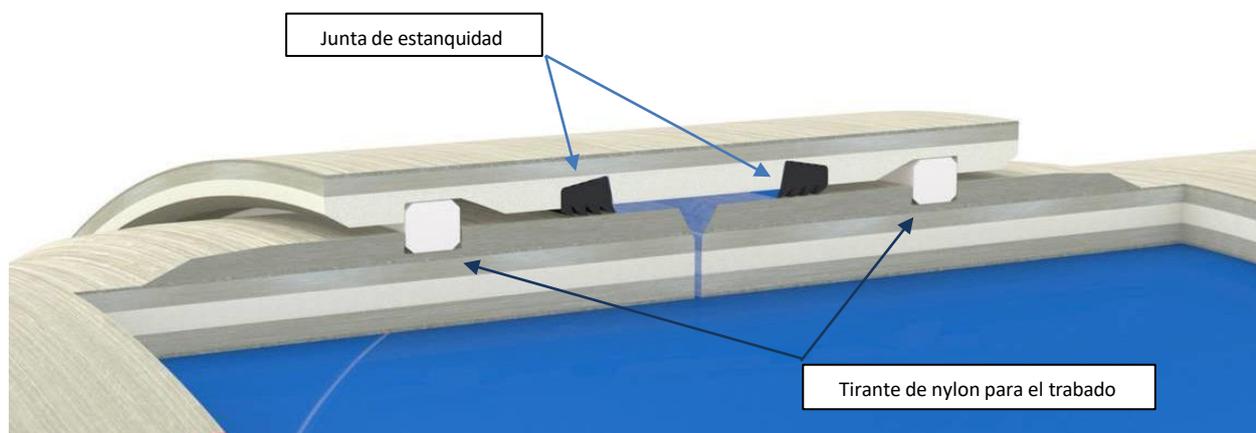
La junta de estanquidad no debe tener un efecto perjudicial sobre las propiedades de los componentes con los que se utiliza.

### 3.27.34 LUBRICANTES

Los lubricantes utilizados para el montaje de las tuberías, asegurarán que no tienen efectos negativos sobre los componentes en los que van a ser utilizados: las juntas de EPDM, la propia tubería de PRFV, ni efectos nocivos sobre el fluido a transportar. En el caso de condiciones húmedas de instalación se deberán utilizar lubricantes especiales al efecto.

### 3.27.35 UNIÓN MEDIANTE MANGUITO TRABADO (KEY-LOCK)

Este sistema de unión se utiliza principalmente para unir tuberías de PRFV en las que se requiera un sistema de trabado que evite su desenchufado. Se utilizan en zonas con accesorios (principalmente codos) donde no se permite su sujeción mediante bloques de anclaje. Para el uso de este tipo de unión, la tubería



deberá ser biaxial.

### 3.27.36 UNIÓN RÍGIDA MEDIANTE BRIDA

Se empleará únicamente para los acoplamientos con los aparatos de línea o con piezas especiales. Tales uniones se obtienen fijando con llave dinamométrica y en una secuencia determinada las dos extremidades embridadas mediante bulones o tornillos con tuerca y colocando entre ellas, llenando todo el plano de la brida, una junta elástica (recomendable con alma metálica). La unión con brida es de naturaleza rígida y debe asegurar una resistencia al menos igual a la de los elementos a unir. Las dimensiones de las bridas de PRFV (número y diámetro de los taladros) son las previstas en las normas internacionales DIN, AWWA, ASA, etc.

Para asegurar la absoluta estanqueidad en la unión brida —PRFV-Metal|| se deberá instalar un elemento flexible tipo junta de material elástico. Se recomiendan las juntas de material EPDM y con alma metálica y geometría tórica, ya que necesitan un par de apriete menor disminuyendo las tensiones inducidas por el apriete de los tornillos.

### 3.27.37 UNIÓN RÍGIDA LAMINADA A TOPE

Este tipo de unión se utiliza sólo para insertar porciones de tubería de PRFV en la línea, por las diversas necesidades que puedan nacer en el curso del montaje. Se efectúan mediante soldaduras con resina y tejidos de fibra de vidrio (unión laminada o química): para realizar codos mitrados, uniones químicas a testa para conexión de bridas, injertos y cualquier pieza de especial configuración.

### 3.27.38 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS TUBOS

Todas las características geométricas deben determinarse de acuerdo con el apartado 5.1 de la Norma UNE-EN ISO 23856:2022.

### 3.27.39 DIÁMETRO

Los tubos de PRFV deben designarse por el diámetro nominal de acuerdo con las series B1 y B2 de la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

Las tuberías y piezas especiales deben suministrarse según los diámetros nominales detallados en el proyecto (DN1, DN2, etc).

Las series de diámetro deberán permitir la interconexión directa de tubos y accesorios de distintas rigideces y presiones nominales.

El diámetro interior no debe ser inferior al 96,5% del tamaño nominal del tubo.

Se suministrará una tabla con el diámetro interior de los tubos, la medición del diámetro interior de los tubos deberá estar comprendida entre los valores de la tabla. La media de los diámetros interiores en cualquier punto a lo largo de la longitud del tubo, no se desviará del diámetro interior declarado, en más de lo que esté permitido por las desviaciones dadas en la tabla que se suministrará.

### 3.27.40 ESPESOR DE PARED

Espesores de pared para tubería según su rigidez expresados en mm.

SN2500		TEspesor mínimo (mm)					Rango de peso (Kg/m)	
DN	DOS max	Saneamiento	PN6	PN10	PN16	PN20	De	Hasta
300	324,5	4,5	4,1	4,1	3,9	3,4	7,3	9,3
350	376,4	5,1	4,8	4,5	4,4	3,9	9,8	12,5
SN2500		TEspesor mínimo (mm)					Rango de peso (Kg/m)	
DN	DOS max	Saneamiento	PN6	PN10	PN16	PN20	De	Hasta
400	427,3	5,8	5,3	5,1	4,9	4,5	12,5	16,3
450	478,2	6,4	6,0	5,6	5,4	4,9	15,5	20,5
500	530,1	7,2	6,7	6,2	5,9	5,4	18,8	25,5
600	617	8,3	7,8	7,0	6,8	6,3	25,2	34,8
700	719	9,6	8,9	8,1	7,8	7,2	33,7	47,7
800	821	10,6	10,2	9,1	8,7	8,1	43,5	60,5
900	923	12,0	11,3	10,2	9,6	9,1	54,5	76,9
1000	1025	12,9	12,5	11,2	10,6	10,0	66,6	92,3
1100	1127	14,2	13,7	12,2	11,6	11,0	79,9	111,2
1200	1229	15,7	14,9	13,3	12,5	11,9	94,4	134,9
1300	1331	16,7	16,1	14,3	13,5	12,9	110,4	155,6
1400	1433	18,0	17,2	15,3	14,4	13,8	127,3	180,8
1500	1535	19,2	18,3	16,3	15,4	14,7	145,3	208,7
1600	1637	20,2	19,5	17,4	16,3	15,7	164,6	234,3
1700	1739	21,6	20,8	18,4	17,3	16,6	185,5	265,9

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA).



1800	1841	22,6	22,0	19,4	18,2	17,6	207,1	294,6
1900	1943	23,8	23,1	20,4	19,2	18,5	229,2	327,9
2000	2045	24,9	24,3	21,4	20,1	19,5	253,5	359,7
2100	2147	26,2	25,4	22,5	21,1	20,3	278,7	398,4
2200	2249	27,2	26,6	23,5	22,0	21,3	305,8	433,5
2300	2351	28,4	27,8	24,5	23,0	22,3	332,8	472,5
2400	2453	29,6	28,9	25,5	23,9	23,2	362,4	513,4
2500	2555	30,8	30,0	26,5	24,8	24,2	410,5	558,3
2600	2657	32,1	31,3	27,6	25,8	25,1	443,8	604,1
2700	2759	33,1	32,4	28,6	26,8	26,0	477,7	647,0
2800	2861	34,3	33,5	29,6	27,8	27,0	513,6	696,4
2900	2963	35,3	34,7	30,6	28,7	27,9	549,8	742,4
3000	3065	36,8	35,9	31,6	29,7	28,8	588,6	798,0
3100	3167		37,0	32,6	30,6		629,8	800,0
3200	3269		38,2	33,7	31,6		668,4	852,9
3300	3371		39,3	34,7	32,5		710,4	907,5
3400	3473		40,5	35,7	33,5		753,7	962,0
3500	3575		41,7	36,7	34,4		798,2	1019,5

SN2500		TEspesor mínimo (mm)					Rango de peso (Kg/m)	
DN	DOS max	Saneamiento	PN6	PN10	PN16	PN20	De	Hasta
3600	3677		42,8	37,8			930,5	1078,7
3700	3779		44,1	38,8			982,1	1139,0
3800	3881		45,1	39,8			1035,8	1198,8
3900	3983		46,3	40,8			1090,8	1263,8
4000	4085		47,6	41,8			1146,1	1330,1

SN5000		- Espesor mínimo (mm)					Rango de peso (Kg/m)	
DOS max	Saneamiento	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	De	Hasta
324,5	5,3	4,8	4,8	4,6	4,0	4,0	9,1	11,7
376,4	6,1	5,7	5,5	5,2	4,6	4,6	12,1	15,9
427,3	7,0	6,5	6,2	5,8	5,3	5,3	15,4	20,7
478,2	7,8	7,3	6,9	6,4	5,9	5,8	19,1	26,2
530,1	8,8	8,2	7,6	7,2	6,5	6,4	23,3	32,7
617	9,9	9,4	8,8	8,2	7,6	7,4	31,1	43,3
719	11,4	10,9	10,1	9,4	8,8	8,6	41,8	57,8
821	12,8	12,4	11,5	10,7	9,9	9,9	54,1	74,1
923	14,4	13,8	13,0	11,9	11,2	11,0	67,8	93,8

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA).



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



COMUNIDAD DE REGANTES  
TIERRAS DE ALMERÍA

1025	16,2	15,3	14,4	13,2	12,4	12,2	83,3	117,6
1127	17,5	16,7	15,7	14,4	13,6	13,4	100,3	139,8
1229	19,1	18,1	17,1	15,6	14,8	14,6	118,7	167,6
1331	20,5	19,7	18,5	16,8	16,0	15,8	138,7	194,5
1433	22,1	21,2	19,8	18,1	17,2	17,0	160,4	225,6
1535	23,5	22,7	21,2	19,3	18,4	18,2	183,6	256,7
1637	24,8	24,1	22,6	20,5	19,6	19,3	208,4	289,9
1739	26,5	25,6	23,9	21,8	20,8	20,5	234,6	328,4
1841	27,9	27,1	25,3	23,0	22,0	21,7	263,0	365,9
1943	29,4	28,5	26,6	24,2	23,2	22,9	292,7	407,0
2045	30,8	30,0	28,0	25,5	24,4	24,1	323,0	448,3
2147	32,4	31,4	29,3	26,7	25,6	25,3	355,5	495,2
2249	33,8	32,9	30,7	27,9	26,8	26,5	389,6	540,6
2351	35,3	34,3	32,1	29,2	28,0	27,6	425,4	591,2
2453	36,7	35,8	33,5	30,3	29,2	28,8	462,6	640,7

SN5000		- Espesor mínimo (mm)						Rango de peso (Kg/m)	
DN	DOS max	Saneamiento	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	De	Hasta
2500	2555	38,1	37,3	34,8	31,6	30,3		516,0	691,0
2600	2657	39,6	38,8	36,2	32,8	31,6		558,3	747,7
2700	2759	41,0	40,2	37,6	34,1	32,8		600,6	803,2
2800	2861	42,6	41,7	39,0	35,3	34,0		645,7	866,0
2900	2963	44,0	43,2	40,3	36,5	35,2		692,0	925,7
3000	3065	45,7	44,6	41,6	37,8	36,3		740,0	994,1
3100	3167		46,0	43,1	39,0			821,1	1000,2
3200	3269		47,5	44,4	40,2			874,3	1065,3
3300	3371		49,0	45,8	41,5			929,2	1133,1
3400	3473		50,5	47,1	42,7			986,1	1203,1
3500	3575		51,8	48,5	43,9			1046,7	1272,9
3600	3677		53,3	49,8				1249,6	1345,0
3700	3779		54,8	51,3				1320,0	1423,0
3800	3881		56,3	52,6				1392,1	1500,3
3900	3983			54,0				1465,7	1390,0

SN10000		Espesor mínimo (mm)							Rango de peso (Kg/m)	
DN	DOS max	Saneamiento	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32	De	Hasta
300	324,5	6,7	5,9	5,9	5,8	5,1	5,0	5,0	11,2	14,9
350	376,4	7,8	6,9	6,9	6,6	5,9	5,8	5,8	14,9	20,3

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA).



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



COMUNIDAD DE REGANTES  
TIERRAS DE ALMERÍA

400	427,3	8,9	7,8	7,8	7,4	6,8	6,6	6,5	19,0	26,6
450	478,2	9,8	8,8	8,8	8,0	7,5	7,3	7,3	23,6	32,7
500	530,1	11,0	9,8	9,8	9,1	8,4	8,2	8,1	28,8	40,8
600	617	12,3	11,5	11,5	10,6	9,6	9,4	9,3	38,5	53,2
700	719	14,2	13,5	13,5	12,2	11,3	11,0	10,8	51,9	72,0
800	821	16,3	15,4	15,4	13,8	12,8	12,5	12,3	67,2	94,4
900	923	18,1	17,1	17,1	15,4	14,4	14,0	13,8	84,4	117,7
1000	1025	19,8	19,1	19,1	17,1	15,9	15,5	15,3	103,7	144,7
1100	1127	21,7	21,0	21,0	18,7	17,5	17,1	16,8	124,8	174,1
1200	1229	23,5	22,8	22,8	20,3	19,0	18,6	18,3	148,0	205,1
1300	1331	25,4	24,6	24,6	21,9	20,6	20,1	19,8	173,1	239,4
1400	1433	27,4	26,5	26,5	23,6	22,2	21,6	21,3	200,2	278,2
SN10000		Espesor mínimo (mm)							Rango de peso (Kg/m)	
DN	DOS max	Saneamiento	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32	De	Hasta
1500	1535	29,1	28,3	28,3	25,2	23,7	23,1	22,8	229,3	317,3
1600	1637	31,0	30,2	30,2	26,8	25,3	24,6	24,2	259,9	359,4
1700	1739	33,0	31,9	31,9	28,4	26,9	26,2	25,7	293,8	407,3
1800	1841	34,7	33,8	33,8	30,1	28,4	27,7	27,2	328,2	452,6
1900	1943	36,5	35,7	35,7	31,7	30,0	29,2		377,7	502,0
2000	2045	38,3	37,4	37,4	33,3	31,5	30,7		419,0	554,0
2100	2147	40,1	39,3	39,3	34,9	33,1	32,2		460,5	609,4
2200	2249	42,1	41,1	41,1	36,6	34,6	33,7		505,5	670,2
2300	2351	43,9	42,9	42,9	38,2	36,2	35,3		551,3	731,1
2400	2453	45,9	44,7	44,7	39,8	37,8	36,8		599,8	797,0
2500	2555	47,5	46,6	46,6	41,5	39,3			677,7	857,9
2600	2657	49,4	48,5	48,5	43,1	40,8			731,0	928,5
2700	2759	51,3	50,3	50,3	44,7	42,5			788,2	999,8
2800	2861	53,1	52,1	52,1	46,3	44,0			847,3	1074,4
2900	2963	54,9	53,8	53,8	48,0	45,6			908,2	1149,9
3000	3065		55,8	55,8	49,6	47,1			971,6	1169,7
3100	3167		57,6	57,6	51,2				1091,0	1247,9
3200	3269		59,5	59,5	52,8				1162,7	1330,1
3300	3371				54,5				1235,7	1345,6
3400	3473				56,1				1311,6	
3500	3575				57,7				1390,6	

Longitud de los tubos

Los tubos de PRFV tendrán una longitud nominal de 3, 5, 6, 10 ó 12 metros y los carretes de ajuste que serán de 1,5 m.

### 3.27.41 LONGITUD EFECTIVA

La tolerancia de la longitud efectiva es de  $\pm 25$  mm.

Del número total de tubos suministrados en cada diámetro, el fabricante puede proporcionar hasta un 10% en longitudes más cortas que la longitud efectiva.

En todos los casos donde la longitud efectiva del tubo no sea la longitud nominal del tubo  $\pm 25$  mm, requerirá la aprobación de la Dirección de Obra y la longitud efectiva real del tubo debe marcarse sobre éste.

### 3.27.42 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS TUBOS

Se podrá exigir los cálculos de los tubos que se utilicen en este proyecto, según el Manual de Diseño AWWA M45 para tuberías de PRFV.

A continuación, se detallan las características mecánicas, así como los ensayos de diseño y cualificación tanto de tubería como de uniones, requeridas en la normativa de referencia:

### 3.27.43 RIGIDEZ CIRCUNFERENCIAL ESPECÍFICA INICIAL

Designación alfanumérica para clasificar la rigidez, que tiene el mismo valor numérico que el valor mínimo requerido de la rigidez circunferencial específica inicial ( $S_0$ ), se expresa en newtons por metro cuadrado (N/m<sup>2</sup>) y se obtiene según la norma ISO 7685.

Es la característica física de un tubo que expresa la resistencia a la deflexión circunferencial por metro de longitud bajo carga externa y está definida por la ecuación (1):

$$SN = \frac{E \times I}{d^3 m}$$

E es el módulo de elasticidad aparente,

dm es el diámetro medio del tubo, en metros (m),

I es el momento de inercia cuadrático del área en la dirección longitudinal

por metro de longitud, en metros a la cuarta potencia por metro (m<sup>4</sup>/m) [véase la ecuación

(2)]:

$$I = \frac{e^3}{12}$$

(2)

Donde:

e es el espesor de pared, en metros (m).

Este ensayo deberá realizarse conforme a la metodología descrita en la Norma ISO 7685, y en las condiciones de ensayo indicadas en la Norma UNE-EN ISO 23856:2022, para obtener los valores de la rigidez circunferencial inicial ( $S_0$ ).

### 3.27.44 FRECUENCIA

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

Este ensayo se deberá realizar como ensayo tipo (TT), ensayo de auditoría (AT) y ensayo de liberación de lotes (BRT), y la frecuencia mínima recomendada es la siguiente, en cada caso:

TT3 ensayos por grupo

AT1 ensayo por grupo al año

BRT1 ensayo por lote de iguales DN-PN-SN cada 600 metros de tubo fabricado

### 3.27.45 RIGIDEZ CIRCUNFERENCIAL ESPECÍFICA A LARGO PLAZO EN CONDICIONES DE HUMEDAD

El fabricante deberá declarar el valor correspondiente a la rigidez circunferencial específica de sus productos. Para ello deberá disponer de los resultados a largo plazo según el criterio de ensayo establecido por la ISO 10468.

Para esta determinación se utilizara el método de fluencia con el cual se obtendrá el valor del coeficiente de fluencia.

Este ensayo deberá realizarse conforme a la metodología descrita en la Norma ISO 10468 y a las condiciones de ensayo indicadas en la Norma UNE-EN ISO 23856:2022 para obtener el valor del factor de fluencia en húmedo ( $\alpha_x$ , fluencia, húmedo).

A partir del valor del factor de fluencia en húmedo ( $\alpha_x$ , fluencia, húmedo) se determinará la rigidez circunferencial específica calculada a largo plazo ( $S_x$ , húmedo):

$$S_{x,húmedo} = S_0 \times \alpha_{x,fluencia,húmedo}$$

x tiempo transcurrido, en años. 50, según la Norma UNE-EN ISO 23856:2022.

$\alpha_x$ , fluencia, húmedo factor de fluencia en húmedo

$S_0$  rigidez circunferencial específica inicial (N/m<sup>2</sup>)

El factor de fluencia mínimo requerido deberá ser:  $\alpha_x$ , fluencia, húmedo mínimo  $\geq 0,6$ .

Este ensayo deberá ser aportado por el fabricante mediante su realización en laboratorio acreditado.

### 3.27.46 FRECUENCIA

Este ensayo se deberá realizar como ensayo tipo (TT) y ensayo de auditoría (AT), y la frecuencia mínima recomendada es la siguiente, en cada caso:

TT1 ensayo LTT (10.000 horas) por grupo

AT1 ensayo LTT (10.000 horas) por grupo cada cinco años

### 3.27.47 RESISTENCIA A LA DEFLEXIÓN CIRCUNFERENCIAL INICIAL

La resistencia inicial al fallo en flexión se debe determinar utilizando el método indicado en la Norma ISO 10466. El ensayo se debe efectuar utilizando deformaciones diametrales adecuadas a la rigidez nominal (SN) del tubo.

Este ensayo deberá realizarse conforme a la metodología descrita en la Norma ISO 10466, y en las condiciones de ensayo indicadas en la Norma UNE-EN ISO 23856:2022.

Durante el ensayo, la probeta deberá ser conforme a los siguientes requisitos (conforme a lo indicado en el apartado 5.2.3.2 de la Norma UNE-EN ISO 23856:2022.):

En el primer nivel de deflexión las probetas no deben presentar fisuras internas.

En el primer nivel de deflexión, para la realización de la inspección visual, y con el objetivo de aumentar la fiabilidad en la detección de fisuras, se aplicarán líquidos penetrantes en las zonas en las que éstas puedan aparecer.

En el segundo nivel de deflexión, la probeta no debe presentar fallo estructural aparente en ninguna de las siguientes formas:

Separación interlaminar

Rotura en tracción del refuerzo de fibra de vidrio Deflexión de la pared del tubo

Separación del forro termoplástico de la pared estructura, si procede

En el primer nivel de deflexión, para la realización de la inspección visual, y con el objetivo de aumentar la fiabilidad en la detección de fisuras, se aplicarán líquidos penetrantes en las zonas en las que éstas puedan aparecer.

Igualmente, se verificará que los valores obtenidos en el ensayo de la deflexión circunferencial específica relativa, inicial, mínima, antes de la fisuración superficial de la cara interna de la probeta ( $y_{2,interior}/D_m$ )<sub>min</sub>, y el de la deflexión circunferencial específica relativa, inicial, mínima, antes del fallo estructural ( $y_{2,estructural}/D_m$ )<sub>min</sub> sean conformes a los valores establecidos en los apartados

5.2.3.3.1 y 5.2.3.3.2 de la Norma UNE-EN ISO 23856:2022.

### 3.27.48 FRECUENCIA

Este ensayo se deberá realizar como ensayo tipo (TT), ensayo de auditoría (AT) y ensayo de liberación de lotes (BRT), y la frecuencia mínima recomendada es la siguiente, en cada caso:

TT3 ensayos por grupo

AT1 ensayo por grupo al año

BRT1 ensayo por lote de iguales DN-PN-SN cada 600 metros de tubo fabricado

### 3.27.49 RESISTENCIA AL FALLO, A LARGO PLAZO, EN LA CARGA ÚLTIMA EN CONDICIONES DE FLEXIÓN

Este ensayo se realizará siguiendo el procedimiento que indica las normas ISO 10471 o ASTM D5365, cuyo objetivo es obtener el valor del alargamiento de la pared del tubo en rotura y en condiciones de humedad bajo deflexión circunferencial.

Para determinar el comportamiento de las tuberías de PRFV en entornos ácidos, básicos y acuosos, se realizarán los ensayos siguiendo el procedimiento indicado en el párrafo anterior pero sumergiendo las probetas en medios ácido ( $\text{pH} \leq 4$ ), básico ( $\text{pH} \geq 9$ ) y neutro (acuoso), éste último según indica la norma ASTM D5365.

El valor  $S_b$  en cada una de las muestras se obtendrá a partir de una curva de regresión formada por una nube de al menos 18 puntos. La duración de este ensayo para cada probeta, según la carga aplicada, puede oscilar entre 10 y 10.000 horas (14 meses).

Este ensayo, o su equivalente según la norma ASTM D5365, deberán ser aportados por el fabricante mediante su realización en laboratorio acreditado.

### 3.27.50 FRECUENCIA

Este ensayo se realizará como ensayo tipo (TT), en medios ácido, básico y neutro, y como ensayo de auditoría (AT), según lo indicado en la UNE-CEN/TS 14632 EX, únicamente en medio neutro. La frecuencia mínima recomendada es la siguiente, en cada caso:

TT1 ensayo LTT en cada uno de los tres medios por grupo AT1 ensayo RLTT en medio neutro por grupo cada cinco años

El fabricante facilitará los certificados de validación del producto, incluyendo los ensayos tipo (TT) y los de auditoría (AT).

### 3.27.51 RESISTENCIA ESPECÍFICA INICIAL EN TRACCIÓN LONGITUDINAL

La resistencia específica inicial en tracción longitudinal se debe determinar conforme al método A de la Norma ISO 8513.

Este ensayo deberá realizarse conforme a la metodología descrita en la Norma ISO 8513 (métodos A, B ó C), y en las condiciones de ensayo indicadas en la Norma UNE-EN ISO 23856:2022, los resultados se contrastarán con los valores indicados en la Tabla 6, abajo indicada.

A continuación se detallan los valores de resistencia a tracción longitudinal mínima requerida para las tuberías de PRFV a presión:

DN	PN					
	6	10	16	20	25	32
300	171	178	203	227	249	285
400	189	207	241	264	300	348
500	210	235	280	306	350	410
600	230	259	309	341	395	463
700	254	287	347	382	445	526
800	280	318	383	426	495	588
900	305	346	420	467	548	652
1.000	328	374	456	509	596	712
1.200	378	432	529	592	697	837
1.400	428	490	602	675	799	961
1.600	479	546	675	716	865	1.046

1.800	530	604	748	794	965	1.167
2.000	580	661	822	873	1.062	1.288
2.200	629	719	895	950	1.159	1.410
2.400	678	777	967	1.029	1.256	1.530
2.600	694	788	1.006	1.110	1.335	1.655
2.800	742	842	1.077	1.190	1.435	1.780
3.000	789	896	1.149	1.270	1.535	1.900
3.200	837	952	1.219	1.350	1.630	
3.400	884	1.005	1.263	1.430	1.730	
3.600	931	1.058	1.332	1.515	1.830	
3.800	979	1.113	1.400	1.595		
4.000	1.025	1.168	1.470	1.675		

Tabla 5. Valores mínimos de la resistencia específica inicial a la tracción longitudinal de los tubos de PRFV, en N/mm de circunferencia

NOTA: Para tubos de presiones nominales o diámetros distintos a los indicados en esta tabla, la resistencia específica inicial mínima en tracción longitudinal se debe interpolar linealmente o extrapolar a partir de los valores indicados en ella y, en todo caso, cumpliendo los valores indicados en la Norma UNE-EN ISO 23856:2022.

El fabricante debe declarar la media de la resistencia específica inicial en tracción longitudinal.

El valor medio del alargamiento no será inferior al 0,25%.

### 3.27.52 FRECUENCIA

Este ensayo se deberá realizar como ensayo tipo (TT), ensayo de auditoría (AT) y ensayo de liberación de lotes (BRT), y la frecuencia mínima recomendada es la siguiente, en cada caso:

TT1 ensayo por grupo

AT1 ensayo por grupo al año

BRT1 ensayo por lote de iguales DN-PN-SN cada 600 metros de tubo fabricado

### 3.27.53 PRESIÓN DE FALLO INICIAL

Para tubos de presión, la presión de fallo inicial se debe determinar de acuerdo a uno de los métodos B ó D de la norma ISO 8521. Cumplirá con lo especificado en el apartado 5.2.6 de la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

Utilizando probetas conformes a la ISO 8521, el valor de la presión de fallo inicial debe corresponder con los valores dados en la tabla 10-B de la norma AWWA C-950.

Las dimensiones de la probeta deben ser conformes a la Norma ISO 8521.

En cualquier caso, la Presión Nominal (PN) del tubo deberá garantizar como mínimo un coeficiente de seguridad de 1,8 ante la presión de fallo a largo plazo, a 50 años, (P50) y de 4,0 ante la presión de fallo inicial (P0).

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA).



$$P_{50} > 1,8 \cdot PN \quad P_0 > 4,0 \cdot PN$$

A continuación se detallan los valores de resistencia a tracción circunferencial mínima requerida para las tuberías de PRFV a presión:

DN	PN					
	6	10	16	20	25	32
30	809	915	1.315	1.644	1.824	2.113
40	857	1.141	1.676	2.007	2.356	2.762
50	907	1.357	2.067	2.452	2.860	3.370
60	995	1.602	2.427	2.814	3.335	3.907
70	1.144	1.833	2.817	3.252	3.852	4.549
80	1.292	2.109	3.168	3.703	4.369	5.170
90	1.433	2.326	3.557	4.154	4.922	5.819
100	1.567	2.549	3.924	4.584	5.411	6.420
120	1.863	3.031	4.658	5.453	6.472	7.680
140	2.159	3.500	5.407	6.334	7.527	8.960
160	2.469	3.960	6.154	7.236	8.561	10.240
180	2.757	4.442	6.895	8.105	9.644	11.520
2.000	3.059	4.918	7.672	8.992	10.685	
2.200	3.355	5.393	8.406	9.839	11.733	
2.400	3.651	5.882	9.140	10.728	12.774	
2.600	3.946	6.336	9.881	11.616		
2.800	4.262	6.804	10.629	12.483		
3.000	4.538	7.273	11.378	13.358		
3.200	4.855	7.768	12.126			
3.400	5.150	8.215	12.866			
3.600	5.433	8.691	13.607			
3.800	5.756	9.166	14.348			
4.000	6.025	9.655	15.096			

Tabla 6. Valores mínimos de la resistencia en tracción circunferencial de la pared de los tubos de PRFV, en N/mm de longitud

### 3.27.54 FRECUENCIA

Este ensayo se deberá realizar como ensayo tipo (TT), ensayo de auditoría (AT) y ensayo de liberación de lotes (BRT), y la frecuencia mínima recomendada es la siguiente, en cada caso:

TT1 ensayo por grupo

AT1 ensayo por grupo al año

BRT1 ensayo por lote de iguales DN-PN-SN cada 600 metros de tubo fabricado

### 3.27.55 PRESIÓN DE FALLO A LARGO PLAZO

Para los tubos de presión, la presión de fallo a largo plazo se debe determinar conforme a la Norma UNE EN 1447 ó ASTM D2992 procedimiento B, utilizando un método de análisis basado en alargamientos unitarios.

Este ensayo, o su equivalente según la norma ASTM D2992, deberán ser aportados por el fabricante mediante su realización en laboratorio acreditado.

El valor declarado será utilizado mediante el método de cálculo propuesto en el manual AWWA M-45 disminuyéndolo mediante un factor de seguridad mínimo de 1,8.

El fabricante debe realizar el ensayo y declarará el valor de diseño de sus productos mediante ensayos realizados confirmados por un laboratorio acreditado.

### 3.27.56 FRECUENCIA

Este ensayo se deberá realizar como ensayo tipo (TT) y ensayo de auditoría (AT), y la frecuencia mínima recomendada es la siguiente, en cada caso:

TT1 ensayo LTT (10.000 horas) por grupo

AT1 ensayo RLTT (2.000 horas) por grupo cada cinco años

### 3.27.57 RESISTENCIA A LA FATIGA POR PRESIÓN INTERIOR

Este ensayo deberá realizarse conforme a la metodología descrita en la Norma ISO 15306, y en las condiciones de ensayo indicadas en la Norma 23856:2021, para comprobar que la probeta no muestra señales de fugas ni exudaciones tras al menos 1.000.000 ciclos de carga-descarga.

Una vez realizado el ensayo de fatiga, además de lo que indica la Norma, se someterá la probeta a un ensayo de resistencia a la presión interior debiendo cumplir la siguiente condición:

$$P > 0,85 \cdot P_0$$

Donde:

P = La presión de fallo obtenida en dicho ensayo (P, en bares), según la norma ISO 8521 – Método A

P<sub>0</sub> = Presión de fallo inicial de la tubería de referencia.

### 3.27.58 FRECUENCIA

Este ensayo se deberá realizar como ensayo tipo (TT) y la frecuencia mínima recomendada es la siguiente:

TT1 ensayo por grupo

### 3.27.59 DUREZA BARCOL A LARGO PLAZO DEL PRODUCTO DE PRFV

El ensayo de dureza Barcol a largo plazo, se realizará tomando los valores directamente de las probetas analizadas en el ensayo de absorción de agua a largo plazo. Se tomarán medidas en 10 puntos de la parte interior de cada probeta. La normativa de medición y ensayo será la UNE 53270 o la ASTM D2583.

De las mediciones se extraerán los valores de la dureza a largo plazo, después de que las probetas hayan alcanzado la saturación (ensayos LTT de al menos 2.000 horas).

Los valores obtenidos de dureza no deberán ser inferiores a 35.

### 3.27.60 FRECUENCIA

Este ensayo se deberá realizar como ensayo tipo (TT) y ensayo de auditoría (AT), y la frecuencia mínima recomendada es la misma que la del ensayo de absorción de agua del laminado, es decir, la siguiente, en cada caso:

TT1 ensayo LTT (2.000 horas) por grupo

AT1 ensayo LTT (2.000 horas) por grupo cada cinco años

### 3.27.61 ABSORCIÓN DE AGUA A LARGO PLAZO DEL PRODUCTO DE PRFV TERMINADO

El valor de la absorción de agua a largo plazo (a saturación) en los productos de PRFV ya terminados deberá ser inferior o igual al 1,25 % en peso.

Este ensayo está basado en lo requerido según la norma UNE-EN ISO 62 (Plásticos: Determinación de la absorción de agua), pero realizando el ensayo a 2.000h como mínimo.

Debido a la gran variedad de tuberías con diámetros distintos que se fabrican, este ensayo se realizará en varios grupos de tubería, según su espesor:

GRUPO 1: espesor  $\leq$  10 mm

GRUPO 2: 10 mm < espesor  $\leq$  20 mm

GRUPO 3: 20 mm < espesor  $\leq$  30 mm

GRUPO 4: 30 mm < espesor

### 3.27.62 FRECUENCIA

Este ensayo se deberá realizar como ensayo tipo (TT) y ensayo de auditoría (AT), y la frecuencia mínima recomendada es la siguiente, en cada caso:

TT1 ensayo LTT (2.000 horas) por grupo de espesor

AT1 ensayo LTT (2.000 horas) por grupo de espesor cada año o cuando se cambie de tipo de resina o de proveedor

### 3.27.63 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN INTERIOR

Las tuberías de PRFV Flowtite deben resistir el efecto de la abrasión interior, principalmente en conducciones de saneamiento por gravedad. Este ensayo se debe realizar de acuerdo a la metodología descrita en la norma DIN 19565.

La probeta se someterá a un movimiento de oscilación con cargas abrasivas y agua en su interior.

La pérdida de espesor media de pared interior máxima admisible después de

100.000 ciclos no debe ser superior a 0,37mm para tubería de agua a presión. T- 97-113-B

La pérdida de espesor media de pared interior máxima admisible después de

100.000 ciclos no debe ser superior a 0,24mm para tubería de saneamiento sin presión. T-2012-140

### 3.27.64 FRECUENCIA

Este ensayo se deberá realizar como ensayo tipo (TT) y la frecuencia mínima recomendada es la siguiente:

- TT1 ensayo por grupo

### 3.27.65 UNIONES. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y CUALIFICACIÓN

### 3.27.66 GENERALIDADES

Las uniones de las tuberías y accesorios de PRFV serán flexibles de tipo manguito (manguito-tubo-manguito) con junta elastomérica no resistente a esfuerzos axiales y cumplirán las especificaciones del apartado 7.3 de la norma UNE-EN ISO 23856:2022, siguiendo el procedimiento de la norma UNE EN 1119.

Las uniones flexibles con juntas de estanquidad elastoméricas se someterán a ensayo de validación con el fin de determinar las tolerancias de fabricación de la unión. El fabricante deberá aportar ensayos de validación realizados mediante laboratorio acreditado a fin de confirmar la bondad del diseño.

Así mismo deberá aportar ensayos sobre más de una variedad de presión y diámetro de forma que como mínimo se pueda demostrar la capacidad para un conjunto en el que el valor de PN x DN sea como mínimo 50 (PN en bar y DN en metros).

Ejemplo:

PN25 x DN2000 = 25 x 2 = 50 según el TR 74763456-01

### 3.27.67 REQUISITOS

La junta se debe diseñar de forma que su funcionamiento sea igual o mejor que el exigido al sistema de canalización, pero no necesariamente a los componentes a unir.

Las uniones entre tubos y de estos con accesorios, se efectuarán mediante juntas de poliéster reforzado con fibra de vidrio, por el sistema de manguitos independientes, y tendrán un sistema de juntas elastómero EPDM. Asimismo la junta deberá permanecer sellada incluso cuando haya deflexión y esté sometida a cargas laterales aplicadas externamente y/o presión hidrostática interna y externa, o a una combinación de dichas cargas.

Todos los elementos deberán permitir la correcta estanqueidad del sistema, a cuyo fin, los extremos de cualquier elemento estarán perfectamente acabados para que sean estancos e impermeables, sin defectos que repercutan en el ajuste y montaje.

En cualquier caso cumplirán con lo indicado en los apartados 4.7 y 7 de la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

### 3.27.68 RETRACCIÓN

El fabricante debe declarar la retracción máxima para la que está diseñada cada junta y longitud unitaria máxima del tubo unitario a suministrar.

Para juntas flexibles, la retracción máxima, que incluye la contracción de Poisson y los efectos de la temperatura, no debe ser inferior al 0,3% (para tuberías a presión) de la longitud efectiva del tubo más largo con el que se va a utilizar, y del 0,2% para tubos sin presión.

Retracción Máxima en función de la longitud del tubo (3%)		
Tubos de 3m	Tubos de 6m	Tubos de 12m
9mm	18mm	36mm

Dicho valor de retracción máxima deberá cumplir con los ensayos requeridos de validación según la norma UNE-EN ISO 23856:2022, siguiendo los procedimientos de ensayo de la UNE EN 1119.

Para cumplir con el requerimiento anterior, el ancho mínimo de los manguitos de unión para presión deberá ser de:

DN (mm)	Ancho del manguito (mm)
300-500	270
600-2500	330
2600-3000	370
>3000	390

### 3.27.69 APROBACIÓN PARA EL TRANSPORTE DE AGUA POTABLE

Las tuberías de PRFV destinadas a transportar productos alimenticios deberán cumplir con lo establecido por la legislación española con respecto al listado positivo de materiales así como con

los criterios de migración global y específica que en ella se detallan (Real Decreto 140/2003), así como el cumplimiento del RD 866. Además, deberán disponer de la aprobación de agua potable para Francia (ACS), Italia (ITA) y Portugal (EPAL).

### 3.27.70 ACCESORIOS. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y CUALIFICACIÓN

#### 3.27.71 GENERALIDADES

Las piezas especiales (codos, derivaciones, bridas, reducciones, etc.) se realizarán con tejidos adecuados impregnados en resina, mediante uno de los procedimientos siguientes:

Moldeo por Contacto Moldeo Mecanizado

Fabricación por laminación química de secciones de tubo

Podrán emplearse otros procedimientos que garanticen la homogeneidad y la calidad del producto acabado.

Las características geométricas de las piezas especiales serán de acuerdo a: por espesores al cálculo del diseño por presión y por diámetros al tubo de diámetro nominal correspondiente.

El fabricante deberá garantizar la funcionalidad de la conducción instalada con tuberías y piezas especiales de PRFV para las condiciones particulares exigidas del proyecto.

En particular, en lo que concierne a la formación del codo, éste tendrá un radio de curvatura de una vez y medio el diámetro nominal de la pieza. Los codos se podrán ejecutar de radio continuo o con uniones mitradas del propio tubo soldadas mediante unión química.

Las características de estas uniones son las siguientes:

Ángulo (º)	Nº Uniones Miteradas
0-30	1
31-60	2
61-90	3

El Fabricante deberá especificar las dimensiones de las uniones químicas (longitud y espesor), tanto exteriores como si fuera necesario interiores, para cada tipo de tubería (DN y PN).

#### 3.27.72 SERIE DE DIÁMETRO

La serie de diámetro del accesorio debe ser la misma que la serie de diámetro de la(s) longitud(es) recta(s) del tubo al que va a ser conectado en el sistema de canalización.

#### 3.27.73 PRESIÓN NOMINAL (PN)

El valor de la presión nominal (PN) del accesorio se debe seleccionar de los valores indicados anteriormente en el apartado de generalidades y no será menor que la de los tubos rectos a los que se va a conectar en el sistema de canalización.

#### 3.27.74 RIGIDEZ NOMINAL (SN)

Cualquier accesorio tendrá una rigidez igual o superior a la de dicho tubo. Esto es debido a la geometría del propio accesorio. Por tanto, no será necesario someter estos accesorios a ensayo de rigidez inicial ni deflexión. Debido a esta característica, se permitirá la realización de accesorios con tubos de una rigidez menor a los que conforman las tuberías rectas.

### 3.27.75 TIPO DE JUNTA

El tipo de junta utilizada por los accesorios será la misma que la utilizada para conexión de los tubos entre sí.

### 3.27.76 CARACTERÍSTICAS DE LOS LAMINADOS

Las uniones entre los tramos de la tubería, para confeccionar los accesorios, se realizarán mediante laminación química, utilizando capas de fibra de vidrio impregnadas con resina de poliéster.

El tejido de fibra de vidrio deberá tener las siguientes características:

Tejido cosido, no tejido (Woven Roving), con las orientaciones de las fibras adecuadas para poder resistir los esfuerzos mecánicos para los que han sido diseñados.

Las capas de fibra de vidrio se deberán cortar de forma precisa, utilizando cualquier sistema mecánico, controlado por un ordenador central que actúa de forma precisa en el elemento de corte.

La resina a utilizar deberá ser de poliéster con las siguientes características técnicas:

Temperatura de distorsión térmica >70°C Alargamiento a rotura mínimo: 3%

La resina deberá estar pre-acelerada y tixotropada por el mismo suministrador de la resina.

La resina utilizada para la laminación de los accesorios deberá ser de color natural. No se permite el uso de colorante y/o tintes que puedan esconder defectos en el laminado realizado, tales como burbujas, delaminaciones, zonas secas, etc.

### 3.27.77 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS ACCESORIOS

Los accesorios deben diseñarse y fabricarse de acuerdo con las reglas de diseño adecuadas, con el fin de obtener un funcionamiento mecánico igual o superior al del tubo de PRFV de la misma clase de presión y rigidez según lo establecido en esta especificación, una vez instalados en un sistema de canalización, y, si procede, soportados mediante bloques de anclaje o encastrados.

Los laminados en PRFV, que confeccionan los accesorios, se diseñarán cumpliendo con lo requerido por las normas UNE-EN ISO 23856:2022, y AWWA C950.

Las uniones laminadas deberán estar diseñadas siguiendo el cálculo numérico adecuado para el análisis de materiales compuestos, adoptando el criterio de fallo de Tsai-Wu, prediciendo el fallo por presión con el correspondiente ratio de error (Por ejemplo: inferior al 7% para los laminados en te).

Los diseños de los laminados deberán ser verificados mediante el método de elementos finitos (MEF), utilizando los criterios de fallo descritos en el punto anterior.

### 3.27.78 CUALIFICACIÓN

Una vez obtenidos los diseños, se deberán cualificar realizando los correspondientes ensayos en probetas reales.

Las normas de ensayo y cualificación para accesorios de PRFV son las siguientes:

TIPO DE ACCESORIO	NORMA DE VALIDACIÓN
Codo	ISO 8533 / ISO 18851
Derivación	ISO 18851
Reductor	ISO 18851
Conexión embreada	ISO 8483 / ISO 18851

Tabla 7. Normas de validación para los distintos tipos de accesorios

Antes del suministro, el proveedor también aportará al cliente la definición del laminado y de la composición de la pieza, especificando las materias primas empleadas (tipo de resina, tipo y formato de la fibra, etc.) y la cantidad y disposición de cada una de ellas (especialmente el número de capas de las mantas y velos de fibra).

Para conocer las características mecánicas de las piezas especiales se deberá realizar, adicionalmente a los ensayos indicados anteriormente, al menos un ensayo de tracción longitudinal sobre una probeta plana que simule el diseño del laminado.

Todos los accesorios de PRFV a presión deberán estar diseñados para resistir las mismas condiciones de uso y resistencia a largo plazo que la tubería que les acompaña.

### 3.27.79 DIMENSIONES

Por declaración y acuerdo entre el comprador y el fabricante, se establecerán las dimensiones de los accesorios a utilizar.

### 3.27.80 MARCADO

Los detalles del marcado deben imprimirse o realizarse directamente sobre el accesorio de tal forma que el marcado no inicie fisuras u otro tipo de roturas. Si el marcado se imprime con tinta, el color de la información impresa debe diferir del color básico del producto de tal forma que el marcado debe ser legible a simple vista.

En la cara exterior de cada accesorio debe figurar el siguiente marcado: Número de la norma de referencia.

Tamaño nominal DN y la serie de diámetro.

Para codos, derivaciones o injertos, el ángulo del accesorio designado. Para reductores, los tamaños nominales DN1 y DN2.

Clases de rigidez. Valor de la presión.

Nombre o marca del fabricante. Fecha y código de fabricación.

Si procede, marca de calidad normalizada.

### 3.27.81 REQUISITOS DEL FABRICANTE



El fabricante deberá estar en posesión de los certificados siguientes: Certificado ISO 9001 del sistema de calidad.

Certificado ISO 14001 del sistema de gestión medioambiental.

Certificado de marca reconocido principalmente como sello N de AENOR para cada uno de los tubos, diámetros, rigideces y presiones de la presente licitación.

Certificado de marca internacional reconocida (por ejemplo CSTB)

Homologaciones para el uso de las tuberías para el transporte de agua potable, ACS (Francia), EPAL (Portugal) y ITA (Italia).

### 3.27.82 INSPECCIONES

Se realizarán como mínimo las inspecciones siguientes con la frecuencia y criterios de aceptación señalados en la siguiente tabla:

PARÁMETRO	MÉTODO O NORMA	TIPO DE CONTROL	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	TIPO DE REGISTRO
Aspecto y color	UNE-EN ISO 23856:2022.	Inspección visual en la recepción	Cada envío, todas las unidades	Ausencia de defectos e imperfecciones en superficie	Albar
Marcado de los tubos	UNE-EN ISO 23856:2022.	Inspección visual	Cada envío, todas las unidades	Los tubos irán marcados con: Fecha de fabricación. Diámetro nominal, DN, y la serie. Presión nominal, PN y rigidez, SN. Norma de conformidad del producto. Marca del fabricante. Si procede, una marca —R  , para indicar si el tubo es adecuado para utilizarse con cargas axiales o —RA   además se ha sometido a ensayo. Si procede, una marca —H   para indicar la aptitud para el uso aéreo. Marca de calidad normalizada, si procede.	Albar

Inspección de la dirección facultativa

El cliente o su representante autorizado deben tener derecho a inspeccionar los tubos o a presenciar la fabricación y ensayos de calidad de los tubos. Dicha inspección no debe eximir al

Fabricante de la responsabilidad de suministro de productos que cumplan con las normas aplicables de la presente especificación.

### 3.27.83 NOTIFICACIONES DEL FABRICANTE AL CLIENTE

En el caso de que el cliente desee ver algún tubo determinado durante algún estadio concreto de la fabricación, el Fabricante debe dar aviso al Cliente o a su representante autorizado, con el suficiente tiempo de antelación, de donde y cuando tendrá lugar la producción de dichos tubos específicos.

### 3.27.84 ENSAYOS DE CALIDAD Y ACEPTACIÓN

Se expone en el presente punto el Control de Calidad al que deben someterse los tubos, manguitos y las piezas especiales antes de su expedición desde fábrica, en base a un Plan de Puntos de Inspección acordado entre la constructora y el fabricante.

La presencia del tubo que represente a un lote determinado debe quedar clara y se visualizará mediante marcado en la pared del tubo. El lote singular se acepta si el número de probetas previstas para su verificación supera la prueba. Si la prueba no se supera aunque sea en una sola probeta, ésta se repetirá.

Los ensayos a efectuar a temperatura ambiente, constituidos según los casos por tubos de la longitud original o por desmoches de tubo, se pueden dividir en los siguientes tipos:

### 3.27.85 ENSAYOS DESTRUCTIVOS

Tales ensayos se entienden como pruebas de calificación y de verificación del cálculo, y se realizarán por lo tanto durante el suministro de tubos de diámetro y características iguales a los de la tubería que se prueba, a excepción de estanqueidad de la junta por presión interna que se realizarán aunque sea en tubos de diámetro diferente, pero de configuraciones tales que permitan una extrapolación segura a los diámetros efectivos.

Tales pruebas se repetirán en una probeta por lote en el curso del suministro. Los ensayos destructivos comprenden:

- Verificación de la Rigidez Nominal
- Resistencia a Flexión Circunferencial
- Composición del laminado (Porcentaje de vidrio, resina y arena)
- Resistencia a Tracción Circunferencial
- Resistencia a Tracción Longitudinal

### 3.27.86 VERIFICACIÓN DE LA RIGIDEZ NOMINAL

Se realizará según la ISO 7685. De la prueba se obtendrá la rigidez circunferencial específica inicial (S0).

### 3.27.87 RESISTENCIA A FLEXIÓN CIRCUNFERENCIAL

Se realizará según la ISO 10466. Del ensayo se obtendrá si la pared de la tubería fabricada resiste las deflexiones requeridas en ambos niveles (Nivel A y B), determinándose que el lote fabricado es apto para su uso.

Por otra parte, la tubería no deberá mostrar fisuras y/o grietas, cuando se someta a los dos niveles de deflexiones previstos en la norma UNE-EN ISO 23856:2022.

### **3.27.88 COMPOSICIÓN DEL LAMINADO (PORCENTAJE DE VIDRIO, RESINA Y ARENA)**

Se realizará sobre muestras obtenidas o de las probetas de las pruebas precedentes (rigidez y flexión) o de sobrantes de cualquier tubo similar según la ISO 7510.

El ensayo realizado según la norma citada proporciona para los tubos el porcentaje en peso de resina, vidrio y cargas inertes.

### **3.27.89 ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN CIRCUNFERENCIAL**

Se realizará según el método B ó D de la norma ISO 8521. De la prueba se obtendrá la resistencia circunferencial inicial aparente ( $\sigma^*_{c,A-F}$ ).

### **3.27.90 ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN LONGITUDINAL**

Se realizará según el método A de la norma ISO 8513. De la prueba se obtendrá la resistencia longitudinal inicial aparente ( $\sigma^*_{l,A}$ ).

### **3.27.91 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

Prueba de estanqueidad por presión Interna Control de la materia prima

Examen visual Control dimensional

Control de la polimerización

### **3.27.92 PRUEBA DE ESTANQUEIDAD POR PRESIÓN INTERNA**

Se realizará según la norma AWWA C-950.

Se ensayará cada tubo y manguito de presión, de forma independiente, a una presión hidrostática interior de 2 veces la PN durante 2 minutos. Durante el ensayo se verificará que la tubería es estanca.

### **3.27.93 CONTROL DE LA MATERIA PRIMA**

Las materias primas utilizadas en la fabricación de tuberías según esta especificación, deben ser correspondientemente verificadas por el suministrador de las mismas para asegurar que cumplen con las especificaciones dadas en el momento de la compra.

Cualquier material que no cumpla con las especificaciones deberá ser rechazado inmediatamente.

Todos los materiales deben ser suministrados con los Certificados de Calidad del vendedor a fin de demostrar que cumplen con las especificaciones del Fabricante.

Únicamente pueden utilizarse aquellas materias primas que hayan sido previamente homologadas por el fabricante y que por lo tanto aparezcan en el listado de materias primas admisibles para su posterior elaboración.

### 3.27.94 EXAMEN VISUAL

Se observará que la capa interior tenga la superficie lisa y uniforme y que esté exenta de fibras de vidrio, fisuras, grietas, inclusiones de cuerpos extraños, burbujas de aire, áreas pobres de resina que por su naturaleza, grado o extensión pudieran ir en detrimento de las características en servicio de la tubería.

Además se verificará el aspecto exterior y los dos extremos. Se comprobará que todos los tubos y piezas especiales lleven una etiqueta en la que consten los datos apuntados anteriormente como marcado.

### 3.27.95 CONTROL DIMENSIONAL

Las mediciones deberán hacerse de cualquier forma que utilice un método con la precisión suficiente para determinar la conformidad con los límites aplicables. Las mediciones de rutina deberán determinarse a la temperatura ambiente.

### 3.27.96 REQUISITOS DEL FABRICANTE.

El fabricante deberá estar en posesión de los certificados siguientes:

Certificado ISO 9001 del sistema de calidad.

Certificado ISO 14001 del sistema de gestión medioambiental.

Certificado de marca reconocido principalmente como sello N de AENOR para cada uno de los tubos, diámetros, rigideces y presiones de la presente licitación.

Certificado de marca internacional reconocida (por ejemplo CSTB)

## 3.28 TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE FUNDICIÓN DÚCTIL

### 3.28.1 NORMAS DEL PRODUCTO

Cumplirán las especificaciones establecidas en la norma:

- UNE-EN 545:2011, para tuberías, racores y accesorios de fundición dúctil para canalizaciones de agua y sus uniones para las canalizaciones de agua.
- ISO 2531:2009, para tuberías, racores y accesorios de fundición dúctil para canalizaciones de agua expedido por una entidad acreditadora europea.
- UNE EN 681-1:1996/A3:2006 Juntas elastoméricas.
- UNE-EN 1092-2:1998 Bridas y sus uniones.
- UNE –EN ISO 4016: 2011 Pernos de cabeza hexagonal
- UNE-EN ISO 4034: 2013 Tuercas hexagonales normales tipo 1 clase C
- UNE-EN ISO 7091:2000 Arandelas planas serie normal clase C

### 3.28.2 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Los tubos, accesorios y piezas especiales de fundición ductil deberán estar exentos de defectos e imperfecciones en superficie y las características de los materiales constituyente deberán cumplir con las especificaciones de los puntos 4.3.2 y 4.4.3 de la UNE –EN 545: 2011.

#### Tubos

Los tubos serán colados por centrifugación en molde metálico y estarán provistos de una campana en cuyo interior se aloje un anillo de caucho, asegurando una estanquidad perfecta en la unión entre tubos. Este tipo de unión es de un diseño tal que proporciona una serie de características funcionales como desviaciones angulares, aislamiento eléctrico entre tubos, buen comportamiento ante la inestabilidad del terreno, etc.

Los diámetros nominales normalizados DN de los tubos y accesorios son los siguientes: 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1.000, 1.100, 1.200, 1.400, 1.500, 1.600, 1.800, y 2.000. En el caso específico del proyecto los son DN450 y DN 500.

Los valores máximos de PFA, PMA y PEA para tubos con enchufe y extremo liso son los indicados en la tabla 1 del presente pliego.

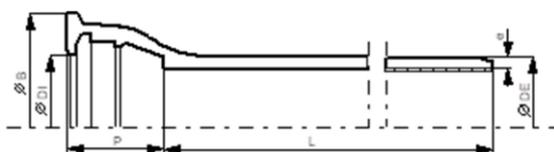
Los valores máximos de PFA, PMA y PEA para los accesorios y tubos y accesorios bridados son los indicados en las tablas A.1 y A.2 respectivamente del Anexo A de la norma UNE-EN 545.

Los tubos de fundición ductil deben soportar, sin que aparezca daño visible en la pared del tubo y en los revestimientos exteriores e interiores, los momentos de flexión indicados en la tabla B.1 del Anexo B de la norma UNE-EN 545.

Los tubos y accesorios y sus uniones, en contacto permanente o temporal con agua destinada al consumo humano, no deben influir sobre la calidad de esta agua hasta el punto que no pueda satisfacer a las prescripciones de la reglamentación de la Unión Europea.

Los diámetros exteriores y espesores, así como sus respectivas tolerancias, cumplirán lo especificado en la norma ISO 2531 y/o UNE-EN 545.

Los requisitos dimensionales y las características de los materiales que deben cumplir el material objeto del presente pliego están en la tabla siguiente:



N	D e	Clas	L	e	Desviación	DE	Peso aprox.
	( mm)	)	(m )	(mm )	límite e)	(mm )	(kg/m)
50	4	C30	6	5,1	+1/-3,60	480	92.55

00      5      C30      6      5,6      +1/-3,80      532      106.58

La ovalización del extremo liso de los tubos y accesorios debe no sobrepasar el 1% para el DN 250 al DN 600.

Los tubos deberán ser rectos, con una desviación máxima de 0.125% de su longitud.

Las desviaciones límite sobre las longitudes de fabricación de los tubos y piezas especiales serán las indicadas en el apartado 4.3.3.4 de la UNE- EN 545:2011

### 3.28.3 UNIONES Y PRESIONES ADMISIBLES

Las uniones entre tubos pueden ser con bridas o uniones flexibles (enchufe) y deben cumplir con lo especificado en el punto 5 de la UNE –EN 545:2011

Los valores máximos de PFA. PMA y PEA serán, de manera general, los indicados a continuación:

Tubos con enchufe v caña (véase apartado A.2 del Anexo A de la UNEEN 545:2011):

Presión de funcionamiento admisible (PFA): La máxima PFA de un tubo es igual a su clase. por ejemplo. PFA 30 para un tubo de clase 40

Presión máxima admisible (PMA): La PMA será un 20% mayor que la PFA (PMA = 1.2 x PFA):

Presión de ensayo admisible (PEA): La PEA será 5 bar mayor que la PMA (PEA=PMA+5bar):

**Racores para uniones con enchufe:** (véase apartado A.3 del Anexo A de la UNE-EN 545:2011):

Los valores máximos de PFA. PMA y PEA para racores con enchufe (excepto las tés) deberán ser los indicados en la tabla A.1 del Anexo A de la UNE-EN 545:2011.

En el caso de tes con enchufe los valores de PFA, PMA y PEA pueden ser inferior a la tabla indicada anteriormente debiendo el fabricante precisar estos valores en la documentación de acompañamiento.

Tubos con bridas, racores para uniones embreadas: (véase apartado A.3 y A.4 del Anexo A de la UNE-EN 545:2011)

Los valores máximos de PFA. PMA y PEA para racores con enchufe (excepto las tés) deberán ser los indicados en la tabla A.2 del Anexo A de la UNE-EN 545:2011.

En cualquier caso, los tubos y accesorios deben ser estancos al agua bajo su presión de prueba admisible (PEA), no debiendo aparecer ninguna fuga visible, filtración y otro signo de defecto.

#### Revestimientos

Los revestimiento exteriores e interiores de los tubos, accesorios y piezas especiales cumplirán con los puntos 4.5.4 y 4.6.5 de la norma UNE. EN 545 teniéndose en cuenta lo indicado en el Anexo D de dicha norma.

De manera general, los tubos y accesorios deberán presentar un recubrimiento externo de cinc metálico con. al menos, una masa media por unidad de superficie de 200 q/m<sup>2</sup>. La pureza del cinc deberá ser > 99.99%

#### Revestimiento interno

Todos los tubos son revestidos internamente con una capa de mortero de cemento, aplicada por centrifugación del tubo, en conformidad con la norma UNE EN 545.

Los espesores de la capa de mortero una vez fraguado son:

DN (mm)	Espesor (mm) Valor nominal	Tolerancia
150 - 300	4	- 1,5
350 - 600	5	- 2

### 3.28.4 REVESTIMIENTO EXTERNO

Los tubos se revisten externamente con dos capas:

A) Una primera con cinc metálico:

Electrodeposición de hilo de cinc de 99 % de pureza, depositándose como mínimo 200 g/m<sup>2</sup>. Cantidad superior a la exigida por la norma UNE EN 545 e ISO 8179-1 que es de 130 g/m<sup>2</sup>. Antes de la aplicación del cinc, la superficie de los tubos está seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasas, etc. La instalación de recubrimiento exterior, es tal que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección (por ejemplo, un secado en estufa).

B) Una segunda, de pintura epoxi verde:

Pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 70 µ.

La capa de acabado recubre uniformemente la totalidad de la capa de zinc y está exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos.

Juntas

Las uniones entre tubos pueden ser con bridas o uniones automáticas flexibles tipo Standard (enchufe) y deben cumplir lo especificado en el punto 5 de la UNE-EN 545, referido a las prestaciones de las uniones.

Flexibles

La junta con alojamiento es tórica, y se coloca en el alojamiento previsto para ella.

La estanqueidad se consigue por la compresión radial del anillo de elastómero ubicado en su alojamiento del interior de la campana. La unión se realiza por la simple introducción del extremo liso en el enchufe.

Las juntas de elastómero en EPDM bilabial para la estanqueidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua, deben cumplir las especificaciones contenidas en la norma UNE-EN 681-1 "Juntas Elastoméricas".

Las uniones flexibles deben haber superado los ensayos de prestaciones reflejadas en el apartado 5 de la norma UNE 545.

Todas las uniones flexibles deben diseñarse para que la desviación angular admisible declarada por el fabricante sea al menos 1,5 veces lo indicado en el apartado 5.2.1, de la UNE 545.

DN (Grados) L R	Desplazamiento		
(mm)	(m)	(m)	(cm)
100 - 300	5º	6	69 52
> 350	4º	6 85	42

Deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

La temperatura de almacenaje debe estar por debajo de 25º C y, preferiblemente, por debajo de 15º C.

Las juntas deben estar protegidas de la luz, en particular de la luz solar intensa y de la luz artificial con un alto contenido de radiación ultravioleta.

Las juntas no deben estar almacenadas en una sala con algún equipo capaz de generar ozono, como por ejemplo lámparas de vapor de mercurio o material eléctrico de alta tensión, los cuales pueden dar lugar a chispas o descargas eléctricas silenciosas.

### 3.28.5 UNIONES CON BRIDA.

Todas las bridas, serán PN20. Las uniones embridadas se instalan interponiendo entre las dos coronas una arandela de material elastomérico centrada, que es comprimida con los tornillos pasantes de la unión. Las tuercas deben apretarse alternativamente. Si debido a la existencia de fugas de agua fuese necesario ajustar más las bridas, este ajuste se realizaría y a ser posible mediante llave dinamométrica. Presiones

El cálculo de presiones se basa en la Norma UNE EN 545 y/o ISO 2531. Presión máxima de funcionamiento (PFA):

Presión interior que un componente de la canalización puede soportar con toda seguridad de forma continua en régimen hidráulico permanente.

$$PFA \geq 20 \times e \times RT$$

C.D

PFA = Presión de funcionamiento admisible (con un máximo de 64 bar) e = Espesor mínimo de la pared del tubo = en - T

en = Espesor nominal

T = Tolerancia máxima

RT = Resistencia mínima a la tracción = 420 Mpa

C = Coeficiente de seguridad = 3

$D = \text{Diámetro medio} = \text{Dext} - e$   $\text{Dext} = \text{Diámetro exterior}$

Presión máxima admisible (PMA):

Presión hidrostática máxima (incluyendo el golpe de ariete) que es capaz de soportar un componente de la canalización en régimen de sobre presión transitoria.

$PMA \geq 1,2 \cdot PFA$

### 3.28.6 PRESIÓN DE ENSAYO ADMISIBLE (PEA)

Presión hidrostática máxima de prueba en zanja a la cual es capaz de resistir un componente de la canalización durante un tiempo relativamente corto, con el fin de asegurar la integridad y estanqueidad de la misma.

$PEA = 5 + PMA$ , (excepto cuando  $PFA = 64$  bar que  $PEA = 1,5 PFA$ )

Los tubos y accesorios deben ser estancos al agua bajo su presión de prueba admisible (PEA), no debiendo aparecer ninguna fuga visible, filtración u otro signo de defecto.

### 3.28.7 CONTROL DE CALIDAD

Conformidad de los tubos, racores y accesorios de fundición dúctil

Los tubos y accesorios cumplirán las prescripciones recogidas en la norma UNE-EN 545, "Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo" y/o ISO 2531: "Ductil Iron pipes, fittings, accessories and their joints for water applications".

Si el fabricante aporta un Certificado de Calidad de Producto conforme a los requerimientos de la UNE- EN 545:2011 o. en su caso. ISO 2531:2009: emitido por una certificadora independiente de reconocido prestigio que esté acreditada para la emisión de certificados en el ámbito de los plásticos o tuberías no será necesario realizar un control de calidad de los tubos en caso contrario será necesario control de calidad por cada lote de fabricación según la UNE –EN 545 apartados 6.1,6.2,6.3,6.4,6.5,6.6,6.7,6.8 El fabricante aportará los certificados de fabricación 2.2 según norma EN 10204. El certificado 2.2 es específico, debiendo mencionar tanto las propiedades mecánicas como la carga de rotura, alargamiento y dureza del material.

Certificado conforme a UNE EN 197-1 del cemento empleado en el revestimiento interior de los tubos, como garantía imprescindible para asegurar su resistencia estructural y durabilidad, por las mismas razones la arena empleada en la realización del mortero debe poseer certificado de conformidad CE. Certificado de cumplimiento de la norma UNE EN 681-1, de las juntas de elastómero, expedido por entidad acreditadora europea nominativo de la empresa fabricante de la tubería.

Certificado de la realización de los ensayos de prestaciones de las uniones exigidos por la norma UNE- EN 545 que garantizan el correcto funcionamiento a largo plazo de las uniones entre tubos y accesorios. El fabricante dispondrá de instalaciones adecuadas, dentro del territorio nacional, para la realización de las pruebas de control de calidad prevista en las especificaciones del proyecto.

### 3.28.8 IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Serán trazables las tuberías de fundición dúctil siempre que la cuantía total del suministro a una obra determinada comprenda más de un lote de 200 unidades para algún diámetro y timbraje.

Cada tubo, accesorio y pieza especial de canalización debe llevar la marca del fabricante, una indicación especificando que la pieza colada es de fundición dúctil y la indicación de su diámetro nominal.

Todos los tubos y accesorios deben estar marcados de forma legible y duradera, y llevar como mínimo la siguiente información:

- el nombre o marca del fabricante.
- el lugar de fabricación.
- la identificación del año de fabricación.
- la identificación de la semana de fabricación.
- la identificación de que la fundición es dúctil.
- el diámetro nominal (DN).
- Tipo de enchufe (PN de las bridas, en caso necesario).
- la referencia a la norma UNE-EN 545 o ISO 2531.
- Clase de presión.

Además, debe identificarse los tubos de DN>300 susceptibles de ser cortados (excepto si todos los tubos del mismo DN son aptos para el corte).

Las seis primeras indicaciones anteriormente citadas deben venir de fundición o ser estampadas en frío; las otras tres indicaciones pueden también darse con otro método, por ejemplo, pintadas sobre las piezas o fijadas al embalaje.

La identificación unitaria de los tubos permite al promotor recibir los controles de fabricación propios de ese lote de fabricación a modo de certificado 2.2.

Los anillos de caucho son marcados de forma visible para su identificación (periodo de fabricación y fabricante).

### 3.28.9 EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

Los tubos de pequeño diámetro (DN 60 a 300) que se suministran en paquetes realizados mediante flejes metálicos, para garantizar la correcta manipulación deben liberarse de dichos paquetes en caso

de almacenamiento en obra antes de su empleo. Los tubos de diámetros (DN>300) se suministran de forma individual sin realizar ningún tipo de anidamiento de tubos de diferentes diámetros, salvaguardando de este modo las propiedades y aspecto del revestimiento interior.

A la llegada de los envíos hay que observar el estado de la carga, asegurándose que los productos y las cuñas de protección no se han movido.

Para la carga y descarga se utilizarán grúas con potencia suficiente. Se colocará la flecha de la grúa justo encima del camión con el fin de levantar los tubos verticalmente. Se maniobrá suavemente, evitando balanceos, golpes contra paredes y otros tubos, contactos bruscos contra el suelo, así como el roce de los tubos contra los teleros, para preservar el revestimiento exterior. Se utilizarán ganchos revestidos con una protección de poliamida. En el caso de levantamiento se emplearán correas ampliamente dimensionadas y separadas por una barra para impedir su deslizamiento accidental.

Para mover los tubos en la obra se harán rodar sobre maderas o se utilizará maquinaria de elevación adecuada. En ningún caso se harán rodar o arrastrarán los tubos sobre el suelo, ya que estos movimientos pueden dañar el revestimiento exterior. Tampoco se dejarán caer los tubos al suelo, aunque sea sobre neumáticos o arena.

La superficie de acopio será plana. El terreno no ha de ser pantanoso ni inestable y no contendrá productos corrosivos.

Se reducirá al máximo el período de almacenamiento para preservar a los revestimientos de la intemperie y la exposición prolongada del sol.

En cuanto a la disposición del almacenamiento hay tres posibles soluciones: 1.- Pila continua por planos superpuestos. Enchufes con extremos lisos.

Este método es el mejor desde el punto de vista de la seguridad, del coste del material de calce y de la relación número de tubos almacenados por volumen de almacenamiento.

En contrapartida, este método implica el levantamiento por los extremos, con la ayuda de los ganchos descritos anteriormente. El uso de carretillas permite levantar varios tubos al mismo tiempo.

- La primera capa descansará sobre dos maderos situados paralelamente a 1 m del enchufe y del extremo liso respectivamente. Los enchufes no tocan el suelo, se rozan y los tubos quedan paralelos.

- Los tubos del extremo se acúan con calzos grandes clavados en los maderos.

- Las capas superiores se forman alternativamente colocando los tubos enchufe con extremo liso, con las capas inferiores rebasando por el extremo liso la totalidad del enchufe más 10 cm.

2.- Almacenamiento en pila continúa con todos los enchufes en el mismo lado.

- La colocación de la primera capa será igual a la primera solución.

- Los tubos se alinearán verticalmente, separando cada capa con intercaladores de espesor ligeramente superior a la diferencia de diámetros enchufe-caña.

- Los tubos extremos de cada capa se acuarán con calzos clavados en los maderos.

Este método permite cualquier tipo de levantamiento.

3.- Almacenamiento en cuadrado con capas perpendiculares.

- La colocación y calce de la primera capa es igual que en la primera solución, pero disponiendo los tubos extremo liso con enchufe, tocándose las cañas.

- Los enchufes deben rebasar en 5 cm los extremos lisos de los tubos adyacentes.

- Cuando los tubos sean de DN < 150, la pila descansará sobre 3 maderos en vez de 2. Para disponer las capas superiores, se constituye cada fila con tubos paralelos situados extremo liso con enchufe, disponiendo perpendicularmente los tubos de una fila con los de la fila inferior.

- Los tubos extremos de cada fila se acunarán con los enchufes alternos de la fila inferior. Esta solución reduce al máximo el material de calzado, pero implica el levantamiento tubo a tubo. Por otra parte, es desaconsejable cuando los tubos lleven revestimientos especiales teniendo en cuenta el tipo de apoyo por contactos puntuales.

Para la altura de almacenamiento se tendrán en cuenta las especificaciones de cada fabricante.

El ritmo de suministro se establecerá de acuerdo a las necesidades de material establecidas en la programación de la obra

La manipulación, acopio y transporte de los tubos en el interior de la obra se habrá estudiado previamente de modo que la tubería no sufra daños y las operaciones sean lo más fáciles y rápidas posible.

Si el transporte incluye tubos de distinto diámetro, es preciso colocarlos en sentido decreciente de los diámetros a partir del fondo, no debiendo admitir cargas adicionales sobre los tubos que puedan producir deformaciones excesivas en los mismos y garantizando la inmovilidad de los tubos. Apilándolos de forma que no queden en contacto unos con otros, disponiendo para ello cunas de madera o elementos elásticos.

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.

Los tubos se descargarán cerca del lugar donde deban ser colocados en la zanja y de forma que puedan trasladarse con facilidad al lugar en que hayan de instalarse. Se evitará que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados. Cuando la zanja no esté abierta en el momento de la descarga, se procurará acopiar los tubos en el lado opuesto a aquél en que se vayan a depositar los productos de la excavación. Cuando la descarga se realice por medios mecánicos, estarán protegidos con goma los elementos de suspensión que vayan a estar en contacto con la tubería. El empleo de cables requerirá, asimismo, el uso de una protección que impida también el contacto directo con la tubería. Especialmente se recomienda el empleo de eslingas de cinta ancha, resistentes, recubiertas de caucho, o procedimientos de suspensión a base de ventosas.

Las eslingas o cables utilizados durante la manipulación y la instalación de las tuberías, tendrán un coeficiente de seguridad respecto a la carga de al menos un 4:1.

La maquinaria utilizar será la apropiada, respetándose las limitaciones suministradas por el fabricante en cuanto a la carga admisible según el desplazamiento de la carga, pendiente máxima de trabajo, condiciones más adversas de trabajo...etc. Recomendando el uso de grúas y en aquellos casos que se justifique podrían utilizarse retroexcavadoras de cadenas siempre que estén dotadas de ganchos homologados y de todos los elementos de seguridad (pestillos, cazo con sistema de bloqueo de descenso, etc.)

En todo momento se utilizará accesorios que cumplan la norma en cuanto al acople de las eslingas con la maquinaria.

Se prohíbe la suspensión del tubo por un extremo y la descarga por lanzamiento.

Se adoptarán las medidas de seguridad oportunas para que el personal no corra riesgo de accidentarse, siendo de aplicación lo establecido en la Ley 3111995 de Prevención de Riesgos Laborales.

El tubo no sobresaldrá en ningún caso más de 0,5 m del camión que realiza el transporte.

### 3.29 HIDRANTES

En este apartado se hará referencia a los elementos que forman el hidrante de riego considerándolos en su conjunto. Hay dos tipos de hidrantes.

Hidrante compacto DN50, 80 y 100 descarga a balsa de comunero mediante válvula hidráulica+contador en una sola pieza con emisor de pulsos, funciones control de nivel mediante caja de boyas 2 niveles, limitadora de caudal, reductor de presión y solenoide para apertura y cierre remoto. Equipado con válvula de mariposa con mando reductor, filtro cazapiedras, ventosa plástica DN25 aislada mediante válvula de esfera. Incluso conexión con red de distribución mediante tubería de PEAD 63/10, codos y portabridas+brida, tramo de descarga a balsa y anclaje de boya.

Hidrante DN80 y 100 para baja presión, descarga a balsa de comunero mediante válvula de flotador con asiento elástico, barra de acero inoxidable, boya de PVC. Equipado con válvula de mariposa con mando reductor, filtro cazapiedras, contador woltman homologado para instalación U0/D0, ventosa plástica DN25 aislada mediante válvula de esfera. Incluso conexión con red de distribución mediante tubería de PEAD 90/10, codos y portabridas+brida, tramo de descarga a balsa y anclaje de válvula flotador.

### 3.30 CONTADORES TIPO WOLTMAN

El contador está concebido para leer y totalizar valores de gasto, siendo la presión máxima admisible (PMA) a 20 grados la que corresponda con su presión nominal.

En este proyecto se instalará un contadores tipo WOLTMAN en los hidrantes.

Los contadores se ajustarán a las siguientes Normas:

- UNE-EN ISO 20456:2021 para contadores electromagnéticos
- ISO 4064 – 1, 2 y 3 para contadores WOLTMAN de agua fría

Las conexiones con bridas seguirán las mismas normas que las llaves hidráulicas.

En cuanto a los materiales, cumplirán con las normas antes citadas.

El sistema de medida será por pulsos de transmisión magnética para en los de tipo WOLTMAN.

### 3.31 TUBERÍAS DE POLIETILENO

#### 3.31.1 TRANSPORTE

Los tubos que se suministren enrollados deberán de enrollarse con un radio superior a 12 veces el diámetro del tubo enrollado y estar convenientemente embalado para evitar cualquier deterioro.

Las correas de acero que mantienen atados los tubos sólo deben ser cortadas con tijeras para chapa o con fresa lateral, nunca utilizar cincel, escoplo, palanca o ganzúa, pues son elementos que podrían dañar la tubería.

El piso y los laterales de la caja de los camiones han de estar exentos de protuberancias o cantos rígidos y agudos que puedan dañar a los tubos.

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

Los tubos no tienen que sobresalir de la caja del camión por la parte posterior, más de un metro.

### 3.31.2 ALMACENAJE

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

DN	Capas
100	10
200	6
300	4
400	3
800	3
900	2
1400	2
>1500	1

Tabla: Capas máximas admitidas para PE

Los tubos y accesorios de PE no deben estar en contacto con combustibles y disolventes procurando que estén protegidos de la luz solar salvo que contengan adicciones de negro de carbono en cantidades y dispersión normalizadas y controladas; la superficie del tubo no debe alcanzar nunca temperaturas superiores a 45 °C.

El lugar destinado para colocar los tubos debe estar nivelado y plano, con el fin de evitar deformaciones, que podrían llegar a ser permanentes. Igualmente debe de estar exento de objetos duros y cortantes.

El tiempo de acopio será inferior a 1 mes en caso de que los tubos o accesorios acopiados estén cubiertos de una lámina de protección correctamente colocada, de no estar bien protegido el acopio no se permitirá una permanencia de almacenamiento mayor a dos semanas debido a los daños que pederán sufrir los tubos por terceros.

Las juntas deben ser almacenadas libres de cualquier deformación en un lugar fresco y seco, protegidas del contacto de aceites y sustancias perjudiciales y de la exposición directa a la luz solar y nunca podrán ser retiradas de su lugar de almacenaje hasta el momento de su colocación. Cuando las temperaturas ambientales sean bajo cero, las juntas deberán ser almacenadas a 10° C o más para facilitar su instalación.

### 3.31.3 MANIPULACIÓN Y MONTAJE

El montaje de cada tramo de tubería de este material junto con la colocación de los accesorios será realizado por una cuadrilla formada por un oficial de primera especialista en soldaduras para instalaciones de PE y dos peones.

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

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

El transporte desde el acopio hasta pie del tajo se realizará con medios mecánicos evitando excesos de velocidad y fuertes frenadas que pudieran mover la carga transportada y deteriorarla. El transporte de los tubos hasta pie del tajo será siempre de forma suspendida, evitando que cualquier parte del tubo toque el suelo o reciba impactos con los elementos verticales (paredes, vegetación, etc.). En el caso de producirse este hecho los tubos transportados así serán desechados, corriendo por cuenta del Contratista su retirada y reposición por otros.

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

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

Las tuberías de PE son resistentes al impacto a temperaturas de hasta veinte grados bajo cero (- 20 °C). A temperaturas inferiores su instalación tiene que realizarse con mucho cuidado, por aumentar considerablemente su fragilidad.

Las tuberías de PE habrán de colocarse en planta serpenteando para compensar los movimientos por diferencias térmicas, adecuado al alto coeficiente de dilatación lineal del PE, dos décimas de milímetro (0,2 mm) por metro de longitud y grado centígrado de variación de temperatura.

El descenso de los tubos al fondo de la zanja se realizará con precaución. Sólo si la zanja tiene una profundidad que no excede de 1,5 m, los tubos no pesan más de 40 kg, son de un diámetro inferior a 300 mm y el borde de la zanja es suficientemente estable el descenso puede ser manual, en caso contrario se deberá emplear medios mecánicos.

Los tubos podrán ser montados a pie de obra, y posteriormente bajados cuidadosamente mediante al menos dos grúas o mixtas, sin realizar ningún aporte de material no deseado, ni producir ningún tipo de golpe en la tubería que pudiera deteriorarla. En caso de utilizarse barras de tubo, nunca se montarán más de dos tramos de tubería (considerando un tramo máximo de 12 metros) fuera de la zanja, de tal manera que después de unir dos tramos mediante una unión (soldada térmicamente o por electrofusión) se bajarán y colocarán en zanja, dejando el siguiente extremo fuera para la siguiente unión. No se permitirá bajo ningún concepto, la unión de tramos de barras y el posterior arrastre de estos tramos sobre el terreno, independientemente de las características de éste hasta el punto de colocación y descenso a la zanja. En el caso de producirse este hecho, aunque los tubos superficialmente no hayan sido dañados de forma considerable por la fricción contra el terreno, será totalmente desechados, corriendo por cuenta del Contratista su retirada y reposición por otros.

No se deberá colocar más de 100 m. de tubería sin proceder al relleno parcial de la zanja para evitar posible flotación de la tubería, dejando siempre las uniones vistas para la realización de las pruebas y ensayos establecidos.

### 3.31.4 ENSAYOS Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN DEL PRODUCTO

El proveedor clasificará el material por lotes homogéneos de 200 unidades antes de los ensayos (barras de tubo), a no ser que el D.O autorice expresamente la formación de lotes de mayor número.

El D.O, o su representante autorizado, escogerá los tubos, piezas especiales o accesorios que habrán de probarse. Para cada lote de 200 unidades o fracción de lote, si no se llega en la partida o pedido al número citado, se tomará el menor número de unidades que permita realizar la totalidad de los ensayos.

Cada partida o entrega de material irá acompañado de una hoja de ruta que especifique la naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que lo componen. Tendrá que hacerse con el ritmo y plazos señalados por el Director.

Las piezas y accesorios que hayan sufrido averías durante el transporte, o que presenten defectos no apreciados en la recepción en fábrica, serán rechazadas si el D.O lo considera oportuno.

El D.O, si lo cree conveniente, podrá ordenar en cualquiera momento la repetición de pruebas sobre las piezas ya ensayadas en fábrica. El Contratista, avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estas pruebas, de las que se levantará acta, y los resultados obtenidos en estas prevalecerán sobre los de las primeras. Si los resultados de estas últimas pruebas fueran favorables, los gastos irán a cargo de la D.O.; de lo contrario corresponderá al Contratista que habrá, además, de reemplazar los tubos, piezas, etc., previamente marcados como defectuosos procediendo a su retirada y sustitución en los plazos señalados por el D.O. De no realizarlo el Contratista, lo hará la D.O. a cargo de éste.

Los tubos y accesorios que no satisfagan las condiciones generales, así como las pruebas fijadas para cada tipo de tubo y las dimensiones y tolerancias definidas en este Pliego, serán rechazados. Cuando una muestra no satisfaga una prueba se repetirá esta misma sobre dos muestras más del lote ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambas es bueno.

La aceptación de un lote no excluye la obligación del Contratista de efectuar los ensayos de tubería instalada que se indican en este Pliego y reponer, a su cargo, los tubos o piezas que puedan sufrir deterioro o ruptura durante el montaje o las pruebas en la tubería instalada.

Serán a cargo del Contratista o del fabricante, si lo estipulara el convenio entre ambos, los ensayos y pruebas obligatorias definidas, tanto los realizados en fábrica como el recibir los materiales en obra. Los ensayos de recepción en fábrica y en la obra, antes especificadas, podrán menguar en intensidad, en la cuantía que determine el D.O en base a las características particulares de la obra y del producto de que se trate, incluso podrán suprimirse total o parcialmente cuando el D.O lo considere oportuno, por tratarse de un producto suficientemente probado y destinado a instalaciones de tipo común.

#### PRUEBAS DE RECEPCIÓN

Serán obligatorias las siguientes verificaciones y pruebas, además de las señaladas para los tubos y accesorios de PE que mande el D.O:

En la aceptación del suministrador:

Densidad del material

Ensayos y suministrador de la junta elástica

Tª reblandecimiento VICAT

Contenido en VCM

Por lote:

Valor MRS

Resistencia a impacto

Presión interna tubos

Presión interna con embocadura integrada

Retracción longitudinal

Grado de gelificación

Presión interna positiva en juntas (UNE EN 639)

Presión interna negativa en juntas (UNE EN 639)

Por tubo:

Aspecto

Color

Control dimensional: examen visual del aspecto exterior de todos los tubos y accesorios y comprobación de dimensiones y gruesos de los tubos y accesorios.

Marcado

El contratista proporcionará todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas, así como el personal necesario; el Director de obra podrá mandar sustituir los manómetros o equipos medidores si lo estima conveniente.

#### PRUEBA DE INSTALACIÓN

La prueba realizada una vez instalado un tramo se realizará según dicte la norma UNE-EN 805; durante la prueba se revisarán todos los tubos, piezas especiales, válvulas y demás elementos comprobando su correcta instalación y que todas ellas permiten la circulación del fluido con el que se realizará la prueba. Durante dicha revisión se comprobará que el relleno parcial está exento de escombros de raíces y de cualquier material extraño que pueda causar problemas, este relleno deberá dejar visible todas las juntas para comprobar que ninguna junta pierde agua.

La prueba se llevará a cabo según la norma UNE-EN 805:2000. Es de aplicación para todas las tipologías de tubería contempladas, si bien las de PE se probarán conforme a una metodología específica para ellas, prevista en el Anexo informativo A (apartado A.27) de la citada norma, debido a su carácter viscoelástico.

A medida que avance el montaje de tubería ésta debe ser probada por tramos, con la longitud fijada por la D.O., los cuales en una situación ideal deberían ser de iguales características (materiales, diámetros, espesores, etc...). Se deberá probar cada tramo antes de que transcurran 15 días de su montaje.

Los extremos del tramo deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas, las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua.

Las longitudes de los tramos dependen 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.

Pueda aplicarse al menos una presión igual a MDP (Máxima presión de diseño, definida posteriormente) en el punto más alto.

La diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y más alta no exceda del 10 % de STP (Presión de prueba en obra).

En la medida de lo posible, sus extremos coincidan con válvulas de paso de la tubería.

Con todo ello, unas longitudes razonables para los tramos pueden oscilar entre 500 y 1000 metros, ni tampoco permanezca la tubería instalada más de quince días sin ser probada.

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

El protocolo de prueba que se desarrollará será el siguiente:

Las pruebas de presión deben realizarse por tramos de longitud indicada anteriormente.

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

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

Previo al comienzo de las operaciones, debe llevarse a cabo una inspección para asegurarse de que está disponible el equipo de seguridad apropiado y de que el personal dispone de la protección adecuada. Todas las excavaciones deberán permanecer convenientemente protegidas. Todo trabajo no relacionado con las pruebas de presión deberá prohibirse en las zanjas durante las mismas. En este sentido, los manómetros deberán ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

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

Se comprobará el funcionamiento de las ventosas instaladas durante el llenado. Se deberá colocar en el punto más alto una ventosa para la expulsión de aire.

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

La presión de prueba deberá aplicarse al punto más bajo de cada tramo a probar, y la presión en el punto más alto debe ser al menos la presión máxima de diseño, es decir la presión nominal del tubo.

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

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

Una vez obtenida la presión definida y los parámetros según UNE-EN 805:2000, Anexo informativo A (apartado A.27) que para cada tramo deben pararse se da comienzo a la prueba. Las presiones de prueba cumplirán con lo siguiente:

MATERIAL	PRESIONES DE PRUEBA
PE	El menor de 1,5 PN ó PN + 5 mca
VÁLVULAS	El menor de 1,5 PN ó PN + 5 mca

Nota 1: No se debe probar contra válvula cerrada ya que, aunque el cuerpo se puede probar a la presión indicada, la estanqueidad se garantiza a 1,1 x PN.

Nota 2: Si las Ventosas de proyecto a instalar en la obra, no son de un timbraje superior, para la prueba correspondiente se utilizarán provisionales de ese timbraje superior.

#### Consideraciones

Una práctica recomendada es someter el tramo a la presión de prueba durante 30 minutos, comprobar que durante ese tiempo la presión no acuse un descenso superior al indicado, a continuación, bajar la presión y dejar a la tubería en carga para efectuar el ensayo oficial al día siguiente. Esto tiene por objeto: Estabilizar la conducción a ensayar permitiendo la mayor parte de los movimientos dependientes del tiempo, expulsar el aire adecuadamente, conseguir la saturación apropiada en los materiales absorbentes (Hormigón, mortero), permitir el incremento de volumen de tuberías flexibles.

La zanja deberá estar parcialmente rellena, dejando todas las piezas especiales al descubierto y todas las juntas. Asimismo, debe comprobarse que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o 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 a ensayar y debe estar provista al menos de un manómetro, el cual debe tener una precisión no inferior a 2 mca, (se colocará otro manómetro desimilares características en el punto más alto o en los extremos de los ramales a probar). La medición del volumen de agua por su parte, debe realizarse con una precisión no menor a 1 litro.

Previo al comienzo de las operaciones, debe llevarse a cabo una inspección para asegurarse de que está disponible el equipo de seguridad apropiado y de que el personal dispone de la protección adecuada. Todas las excavaciones deberán permanecer convenientemente protegidas. Todo trabajo no relacionado con las pruebas de presión deberá prohibirse en las zanjas durante las mismas. En este sentido, los manómetros deberán ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

En el caso de probarse varios ramales a la vez, se deberá disponer de un manómetro en el final de cada uno de ellos.

El Procedimiento de prueba completo incluye, según UNE-EN 805:2000, Anexo informativo A (apartado A.27) necesariamente, una fase preliminar, una fase de relajación, una prueba de purga y una fase de prueba principal. Se verificarán todos los accesorios mecánicos, y uniones soldadas.

Si la prueba no es válida y la presión cae más la prueba no es satisfactoria. La repetición de la prueba debe realizarse desde el principio, incluyendo los 60 min de relajación de la fase preliminar

### 3.32 CARPINTERÍA METÁLICA

#### 3.32.1 DEFINICIÓN

Consiste en el cerramiento de huecos rectangulares de fachadas o interiores, con ventanas y puertas, realizados en acero, recibidos a los haces interiores del hueco.

#### 3.32.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se cumplirá con lo establecido en el CTE.

Los perfiles se soldarán en todo su perímetro de contacto, con ejes coplanarios formando ángulos rectos.

Si se trata de perfiles laminados, estos estarán protegidos con imprimación anticorrosiva de al menos quince micras de espesor.

La fijación del cerco a la fábrica se hará por medio de patillas, que se deberán atornillar en él, y mortero de cemento y arena de río, de dosificación 1:4.

A la altura de las patillas se abrirán huecos en la fábrica de 100 mm de longitud, 30 mm de altura y 100 mm de profundidad, y una vez humedecidos éstos se introducirán las patillas en los mismos, cuidando que el cerco quede aplomado y enrasado con el paramento.

Se rellenarán los huecos apretando la pasta, para conseguir una perfecta unión con las patillas y sellando todas las juntas perimetrales, del cerco con los paramentos, a base de mortero de cemento de proporción 1:3.

Se utilizarán para su fijación a la peana tacos expansivos de 8 mm de diámetro, colocados a presión en los taladros practicados anteriormente, y tornillos de acero galvanizado, que se utilizarán así mismo, en los casos correspondientes para sujeción a la caja de la persiana.

Se tomará la precaución de proteger los herrajes y paramentos del mortero que pueda caer, así como no deteriorar el aspecto exterior del perfil. Se reparará la limpieza de la carpintería tras su colocación.

Se cuidará especialmente el aplomado de la carpintería, el enrasado de la misma, el recibido de las patillas y la fijación a la peana y la persiana, cuando proceda.

#### 3.32.3 CONTROL DE CALIDAD

Con respecto a los materiales, se aceptarán los materiales una vez realizados los ensayos de control de recepción especificados en los diferentes apartados de este Pliego con el cumplimiento de las características técnicas en ellos exigidas.

Con respecto a la ejecución de la unidad, las tolerancias serán las siguientes:

Las tolerancias admisibles en la colocación de elementos son los siguientes:

a) Aplomo de elementos verticales:

- $\pm 2$  mm para altura máxima de 3 m.
- $\pm 3$  mm para altura superior a 3 m.

b) Nivel de los elementos horizontales:

- $\pm 1,5$  mm hasta 3 m. de longitud.
- $\pm 2$  mm hasta 5 m. de longitud.
- $\pm 2,5$  mm hasta 5 m. de longitud en adelante.

c) Holgura máxima entre elementos fijos y elementos móviles: 10 mm.

Las piezas, perfiles, etc., antes de ser colocadas recibirán la aprobación del Director de Obra. No se empleará yeso para recibir los elementos de anclaje. En todo lo no indicado expresamente en este Pliego se seguirá la norma NTE-FCA.

### 3.32.4 MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono de esta unidad se realizará según lo recogido en los planos y al precio establecido en el Cuadro de Precios del Proyecto.

## 3.33 ELEMENTOS METÁLICOS

### 3.33.1 DEFINICIÓN

Se incluyen dentro de este capítulo todos aquellos elementos metálicos formados por una o varias piezas formando una unidad del tipo barandilla, trampilla, ventana, tapa, escalera, etc.

### 3.33.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Todas las secciones fijas que sean necesarias se realizarán por soldadura continua, uniforme e impecable.

Las superficies se suministrarán provistas de dos manos de pintura antioxidante (minio o cianamida de plomo), galvanizadas, revestidas o con cualquier otro tratamiento de protección aceptado por la Dirección de Obra.

Una vez instaladas las unidades y antes de su fijación definitiva se procederá a una minuciosa alineación de las mismas.

Los huecos de los cajetines se rellenarán con mortero de cemento M-450. Alrededor de los postes y placas de sujeción, se formará una junta de masilla bituminosa de 2x2 cm.

Los distintos elementos que lo requieran irán pintados en el color que ordene la Dirección de Obra y con pintura de primera calidad. Todos los trabajos secundarios arriba mencionados están incluidos en el precio unitario de estas partidas.

Todos los elementos metálicos estarán protegidos contra los fenómenos de oxidación y corrosión. La protección con pintura se realizará mediante las siguientes actividades y aplicaciones:

#### Preparación de la superficie

La eliminación de grasas, aceite, manteca, sales, residuos ácidos, cera, etc., se realizará previamente a cualquier operación mediante lejía de sosa y aclarado con agua dulce.

En superficies nuevas, las escamas de óxido, cascarillas de laminación y rastros de escoria y suciedad, se eliminarán con rasqueta y cepillo de alambre hasta obtener una superficie sana y exenta

de impurezas que permita una buena adherencia del recubrimiento, evitando, sin embargo, pulir la superficie o provocar una abrasión muy profunda, correspondiente al grado SA-21/2 (Norma SIS 055900).

La eliminación de oxidaciones importantes y de recubrimientos anteriores, así como el tratamiento de elementos que deban estar sumergidos en agua o sometidos a altas temperaturas, deberá realizarse mediante chorreado con arena o granalla hasta alcanzar un grado SA-2 ½ (Norma SIS 055900).

#### Imprimación

Se realizará sobre la superficie preparada y seca mediante la aplicación de dos (2) manos de recubrimiento. La primera mano de imprimación, se realizará por el Contratista en el taller de fabricación, debiendo transcurrir desde las operaciones de limpieza el menor tiempo posible. Las manos restantes podrán aplicarse al aire libre siempre que no llueva, hiele o la humedad relativa supere el ochenta y cinco por ciento (85%).

No recibirán ninguna capa de protección las superficies que hayan de soldarse, en tanto no se haya ejecutado la unión; ni tampoco las adyacentes en una anchura mínima de cincuenta (50) milímetros, medida desde el borde del cordón. Cuando por razones especiales, se juzgue conveniente efectuar una protección temporal, se elegirá un tipo de pintura a base de cromato de zinc eliminable antes del soldeo o compatible con el mismo.

Las dos manos de imprimación, deberán realizarse con imprimadores de minio de plomo electrolítico con base alcídica. El espesor de cada capa seca de imprimación, será de cuarenta a cincuenta (40 a 50) micras. El tiempo mínimo de aplicación entre cada dos (2) será de veinticuatro (24) horas.

#### Recubrimiento final

Sobre las dos capas de imprimación antes indicadas, se extenderá al menos una capa de recubrimiento final de esmalte sintético brillante de base alcídica que cubra y proteja totalmente las capas anteriores. El espesor del recubrimiento final para la capa seca, será de treinta a cincuenta (30 a 50) micras.

En el ensayo de corrosión acelerada aplicado sobre una muestra de pintura seca completa, deberá aguantar doscientas cincuenta (250) horas, en cámara de niebla salina, de acuerdo con la Norma ASTM-B-117 y el de intemperie acelerada quinientas (500) horas en intemperímetro de acuerdo con la Norma ASTM-G152.

El ensayo de adherencia deberá dar un resultado mínimo de noventa por ciento (90%).

### 3.33.3 MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono de la barandilla de protección perimetral se realizará por metro lineal (m) realmente colocada, deducida estrictamente de la medición realizada, y se abonará al precio previsto en el Cuadro de Precios Nº 1.

La medición y abono del cerramiento con malla de simple torsión galvanizada se realizará por m lineal realmente instalada, deducida estrictamente de la medición realizada, y se abonará al precio previsto en el Cuadro de Precios Nº 1.

## 3.34 PROTECCIÓN POR GALVANIZACIÓN

### 3.34.1 DEFINICIÓN

La protección de elementos de acero u otros materiales férricos mediante galvanización, se realizará por el procedimiento de “galvanización en caliente” sumergiendo la pieza previamente preparada en un baño de zinc fundido.

### 3.34.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La preparación del elemento metálico, se efectuará eliminando por completo el óxido, cascarilla, pintura y manchas de aceite o similares que existan sobre la superficie, por medio de tratamientos adecuados y decapado de ácidos.

Los elementos metálicos, una vez preparados, se sumergirán en baño de zinc de primera fusión (Norma UNE-EN 1774) durante, al menos, el tiempo preciso para alcanzar la temperatura del baño.

El recubrimiento galvanizado deberá ser continuo, razonablemente uniforme y estará exento de todo tipo de imperfecciones que puedan impedir el empleo previsto del objeto recubierto. Las manchas blancas en la superficie de los recubrimientos (normalmente llamadas manchas por almacenamiento húmedo o manchas blancas), de aspecto pulverulento poco atractivo, no serán motivo de rechazo si el recubrimiento subyacente supera el espesor que más adelante se indica.

El recubrimiento, debe tener adherencia suficiente para resistir la manipulación correspondiente al empleo normal del producto galvanizado, sin que se produzcan fisuraciones o exfoliaciones apreciables a simple vista.

Los recubrimientos galvanizados tendrán, como mínimo, el espesor medio de ochenta (80) micras, salvo la tornillería, en que será de cuarenta (40) micras.

La comprobación del espesor medio del recubrimiento galvanizado sobre un elemento metálico, se efectuará mediante la realización de un ensayo por los métodos gravimétrico o magnético, sobre un mínimo de tres (3) piezas o probetas.

La unión de elementos galvanizados, se realizará por sistemas que en ningún caso, supongan un deterioro de la capa de zinc depositada. En este sentido, y con carácter general, se prohíbe el empleo de la soldadura como medio de unión entre piezas que hayan sido previamente galvanizadas. La Dirección de Obra, podrá autorizar el empleo de la soldadura en aquellos casos en los que no exista posibilidad práctica de realizar la unión por otros medios, debiéndose garantizar en todo caso, una protección eficaz de la zona soldada que evite su deterioro.

Para el pintado de las superficies galvanizadas, se procederá previamente a la limpieza de las mismas, evitando jabones y detergentes; a su desengrase con disolventes tipo hidrocarburo, y a su completo secado. Posteriormente, se extenderá sobre ellas una capa de imprimación especial para acero galvanizado de espesor de veinte a treinta (20 a 30) micras, y finalmente, una capa de acabado con un espesor de película seca de veinticinco a cincuenta (25 a 50) micras.

En todo lo especificado, será de aplicación, lo previsto en el R.D. 2531/85 de

18 de diciembre, por el que se declaran de obligado cumplimiento, las especificaciones técnicas de los recubrimientos galvanizados en caliente sobre diversos artículos fabricados en acero u otros materiales férricos (B.O.E. 3-1- 86). Los materiales galvanizados, deberán poseer el correspondiente certificado de homologación en los términos previstos en los artículos 2, 3, 4 y 5 del Real Decreto anteriormente indicado.

### 3.34.3 MEDICIÓN Y ABONO

El coste del tratamiento de galvanización de cualquier elemento metálico, cuya ejecución lo requiera, en base a la descripción del plano o texto del mismo o de la unidad de obra de que forma parte, se encuentra incluido dentro del precio de dicho elemento o unidad de obra, y no es objeto, por lo tanto, de abono según se recoge en el Cuadro de Precios Nº 1.

### 3.35 REVESTIMIENTOS CONTINUOS

#### 3.35.1 DEFINICIÓN

Este artículo hace referencia a los revestimientos continuos en paramentos verticales empleados en este Proyecto y cuyo componente principal es un ligante hidráulico.

A efectos del presente proyecto se ejecutará como revestimiento continuo, enfoscado con mortero de cemento.

#### 3.35.2 CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES

Se emplearán morteros de cemento tipo M-5 de dosificación 1:6, según la CTE DB-HS 1.

#### 3.35.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

##### 3.35.3.1 PRESCRIPCIONES GENERALES

Para la ejecución de los enfoscados se tendrá en cuenta la NTE-RPE. Revestimientos de Paramentos Enfoscados y las prescripciones siguientes:

El soporte deberá mantener las condiciones establecidas en su prescripción y estará limpio, exento de restos, y saneado.

Se habrá terminado la cubierta y la evacuación de aguas de la misma.

Se habrán recibido las carpinterías, las instalaciones emprotradas y cualquier otro elemento que deba ir fijado al soporte y que no obstaculice la ejecución del enfoscado.

Estará fraguado el mortero de recibido de la fábrica.

La superficie del soporte no podrá estar lisa, ni tendrá revestimientos ni pinturas que impidan el agarre del mortero.

Se realizará el humedecido de la superficie del soporte.

La aplicación del mortero se aplicará antes de que haya iniciado el principio de fraguado y no se deberá añadir agua al mortero después de su amasado.

Se suspenderán los trabajos con temperaturas menores de 5°C o superiores a 35°C, cuando la velocidad del viento sea superior a 50 km/h o cuando llueva.

Se respetarán las juntas estructurales.

El enfoscado no presentará fisuras, oquedades, desconchados ni rebabas, quedará adherido al soporte y tendrá una textura uniforme.

##### 3.35.3.2 ENFOSCADOS MAESTREADOS Y FRATASADOS

Una vez humedecida la superficie del soporte, se realizarán maestras, formadas por bandas de mortero, con separación no mayor de 1 m en cada paño, en las aristas, rincones y contornos de huecos.

Se aplicará el mortero entre las maestras, antes de haber fraguado éstas, a pelladas o proyectándolo sobre los paramentos y se pañeará, rastreándolo de forma que se adhiera al soporte, hasta conseguir el grueso establecido en capas no superiores a 1,5 cm.

Antes del fraguado y sobre la superficie todavía fresca se pasará el fratás, mojado en agua, hasta conseguir que la superficie quede plana.

El espesor del enfoscado será de 1,5 cm.

Las aristas, esquinas y rincones quedarán vivos, alineados y continuos.

### 3.35.3.3 CONSERVACIÓN

Si una vez realizados los trabajos se diesen las circunstancias anteriormente referidas de temperatura, velocidad del viento o lluvias, durante el período de fraguado, se revisará lo ejecutado últimamente, volviéndose a realizar las partes afectadas, en su caso.

No se fijarán elementos sobre el revestimiento hasta que haya fraguado y no antes de 7 días.

No se producirán golpes y vibraciones que puedan afectar al mortero durante el fraguado.

Durante el curado se mantendrá húmeda la superficie, al menos hasta 24 horas después de su ejecución.

No se apoyarán sobre el revestimiento maquinarias o elementos que le puedan ocasionar desperfectos.

### 3.35.4 CONTROL DE EJECUCIÓN

El control de la ejecución se realizará según el apartado de control de la NTE- RPE y NTERPG.

### 3.35.5 MEDICIÓN Y ABONO

Los revestimientos continuos se medirán por superficie total ejecutada en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). Se descontarán huecos de mayores de 1,50 m<sup>2</sup> y se medirá el desarrollo de moquetas.

La medición obtenida según se indica anteriormente se abonará al precio que se indica en el Cuadro de Precios Nº 1.

El precio incluye el suministro y puesta en obra de los materiales, la fabricación de los morteros y la ejecución completa de las unidades con todos los medios, materiales, mano de obra y maquinaria necesarios si es conforme a este Pliego y a las indicaciones de la Dirección de Obra.

## 3.36 PAVIMENTO DE ADOQUÍN DE HORMIGÓN

### 3.36.1 DEFINICIÓN

Las dimensiones del adoquín de hormigón vibrado utilizado para la ejecución del pavimento de adoquín será de 22x11x8.

### 3.36.2 MATERIALES

Las características que las materias primas deben cumplir, se contemplan en la futura norma europea prEN 1338, y son las siguientes:

#### Cemento

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

Cumplirá los requisitos establecidos en la norma UNE-EN 197-1,, los establecidos en la norma UNE 80303 cuando se empleen cementos con características especiales y los establecidos en la norma UNE 80305 cuando se empleen cementos blancos.

#### Áridos.

Se emplearán procedentes de río, de mina o piedras trituradas. La granulometría de los áridos que se utilicen será estudiada por el fabricante de manera que el producto terminado cumpla las características señaladas en la norma prEN 1338 (norma Europea).

#### Agua.

Serán utilizadas, tanto para el amasado como para el curado, todas las aguas que no perjudiquen el fraguado y endurecimiento de los hormigones.

#### Adiciones y Aditivos.

Se podrán utilizar adiciones y aditivos siempre que la sustancia agregada en las proporciones previstas, produzca el efecto deseado, sin perturbar las demás características del hormigón o mortero.

### **CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.**

La forma y dimensiones de los bordillos de hormigón serán las señaladas en los planos y en los demás documentos del Proyecto, admitiéndose una tolerancia en las dimensiones de:

Espesor nominal del adoquín (mm)	Longitud y anchura (mm)	Espesor (mm)
< 100	± 2	± 3
≥ 100	± 3	± 4

No serán admisibles diferencias superiores a 3 mm entre dos medidas de longitud, anchura y espesor efectuadas sobre un adoquín individual.

#### Ortogonalidad de la cara vista.-

La máxima diferencia entre las medidas de las dos diagonales de un adoquín rectangular será de 5 mm para los adoquines de la Clase 1 y de 3mm para los adoquines de la Clase 2. Esto no se aplicará cuando la longitud de las diagonales no exceda de 300 mm. Su comprobación se realizará según el método de ensayo descrito en la norma prEN 1338.

Las piezas no presentarán grietas ni fisuras ni estarán desportilladas, rechazándose todas aquellas piezas que presenten fracturas o desconchones en sus aristas vistas.

### **ASPECTO, TEXTURA Y COLOR.**

Las superficies de los adoquines no presentaran defectos superficiales, la textura, tonalidad y color será prácticamente uniforme en cada lote, los colores pueden estar contenidos en la doble capa o en todo el adoquín.

### **PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS.**

- Absorción de agua  $\square$  CA  $\square$  6%
- Esfuerzo de rotura  $\square$  Tn  $\square$  3,6 Mpa
- Resistencia al desgaste por abrasión  $\square$  D  $\square$  25 mm

### 3.36.3 MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por m<sup>2</sup> de pavimento de hormigón realmente ejecutada. La medición obtenida según se indica anteriormente se abonará al precio que se indica en el Cuadro de Precios Nº 1.

## 3.37 CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

### 3.37.1 DEFINICIÓN

Conducción enterrada bajo tubo de PVC, ejecutada de acuerdo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### 3.37.2 MATERIALES

Los conductores a emplear en la instalación serán de Cobre homogéneo, unipolares, tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, aislamiento de polietileno reticulado "XLPE", enterrados bajo tubo o directamente enterrados, con las siguientes secciones:

- Línea Cu RV-K 0,6/1 kV 1x95 mm<sup>2</sup>,
- Línea Cu RV-K 0,6/1 kV 1x70 mm<sup>2</sup>,
- Línea Cu RV-K 0,6/1 kV 1x50 mm<sup>2</sup>,
- Línea Cu RV-K 0,6/1 kV 1x23 mm<sup>2</sup>,
- Línea Cu RV-K 0,6/1 kV 1x25 mm<sup>2</sup>,
- Línea Cu RV-K 0,6/1 kV 1x6 mm<sup>2</sup>,
- Línea Cu RV-K 0,6/1 kV 1x4 mm<sup>2</sup>,
- Línea Cu tripolar, RV-K 3x2,5 mm<sup>2</sup>,
- Línea Cu RV-K 0,6/1 kV 1x2,5 mm<sup>2</sup>,
- Línea Cu RV-K 0,6/1KV 1x240 mm<sup>2</sup>

(según Normas Técnicas de Construcción y Montaje de las Instalaciones Eléctricas de Distribución de la Cía. Suministradora).

- Emplear conductores del mismo material, sección y longitud.
- Los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles.

El conductor neutro tendrá como mínimo, en distribuciones trifásicas a cuatro hilos, una sección igual a la sección de los conductores de fase para secciones hasta 10 mm<sup>2</sup> de cobre o 16 mm<sup>2</sup> de aluminio, y una sección mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm<sup>2</sup> para cobre y 16 mm<sup>2</sup> de aluminio, para secciones superiores. En distribuciones monofásicas, la sección del conductor neutro será igual a la sección del conductor de fase.

El conductor neutro deberá estar identificado por un sistema adecuado. Deberá estar puesto a tierra en el centro de transformación o central generadora, y como mínimo, cada 500 metros de longitud de línea. Aun cuando la línea posea una longitud inferior, se recomienda conectarlo a tierra al final de ella. La resistencia de la puesta a tierra no podrá superar los 20 ohmios.

### 3.37.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos etc. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie UNE 20.435), a respetar en los cambios de dirección.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección en los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro. Las arquetas serán, con tapas de fundición de 60x60 cm y con un lecho de arena absorbente en el fondo de ellas. A la entrada de las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua

A lo largo de la canalización se colocará una cinta de señalización, que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión.

Los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 61386-24. En general, se preverá al menos un tubo de reserva de las mismas características en todo el recorrido. La canalización se realizará con doble tubo de PVC corrugado de diámetro 160 mm.

### 3.37.3.1 EMPALMES Y CONEXIONES

Los empalmes y conexiones de los conductores se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Asimismo, deberá quedar perfectamente asegurada su estanquidad y resistencia contra la corrosión que pueda originar el terreno.

Un método apropiado para la realización de empalmes y conexiones puede ser mediante el empleo de tenaza hidráulica y la aplicación de un revestimiento a base de cinta vulcanizable.

### 3.37.3.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN

La red de distribución en baja tensión estará protegida contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en la misma (ITC-BT-22), por lo tanto, se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

**Protección a sobrecargas:** Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación, desde donde parten los circuitos (según figura en anexo de cálculo); cuando se realiza todo el trazado de los circuitos a sección constante (y queda protegida en inicio de línea), no es necesaria la colocación de elementos de protección en ningún otro punto de la red para proteger las reducciones de sección.

**Protección a cortocircuitos:** Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación.

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos (ITC-BT-22) se han tomado las medidas siguientes:

Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos.

Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura.

Aislamiento de todos los conductores con polietileno reticulado "XLPE", tensión asignada 0,6/1 kV, con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

En tercer lugar, para la protección contra contactos indirectos (ITC-BT-22), la Cía. Suministradora obliga a utilizar en sus redes de distribución en BT el esquema TT, es decir, Neutro de B.T. puesto directamente a tierra y masas de la instalación receptora conectadas a una tierra separada de la anterior, así como empleo en dicha instalación de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local y características del terreno.

Por otra parte, es obligada la conexión del neutro a tierra en el centro de transformación y cada 500 metros (según ITC-BT-06 e ITC-BT-07), sin embargo, aunque la longitud de cada uno de los circuitos sea inferior a la cifra reseñada, el neutro se conectará como mínimo una vez a tierra al final de cada circuito.

### 3.37.4 MEDICIONES Y ABONO

El abono de cada una de la Unidades de Obra, se efectuará según los precios indicados en el Cuadro de Precios Nº 1, y comprenderá todas las actividades y labores accesorias que sean necesarias para la correcta y completa instalación de cada uno de los equipos.

### 3.38 ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN

Serán de aplicación:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, o disposiciones que la sustituyen o complementen.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Endesa Distribución (Compañía Sevillana de Electricidad - C.S.E.).
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

Los documentos citados definen suficientemente las condiciones de ejecución, por lo que no es necesario repetirlas en este Pliego.

### 3.39 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

#### 3.39.1 DEFINICIÓN

El sistema de conexión a red difiere del resto de las otras aplicaciones solares fotovoltaicas en cuanto a su sencillez y simplicidad de funcionamiento. Es por ello por lo que constituye una apuesta de futuro para el uso de forma masiva tanto desde el punto de vista energético como arquitectónico. El funcionamiento básico de estos sistemas consiste en inyectar a la red toda la energía generada por el campo fotovoltaico mediante unos inversores que realizan las funciones de:

- Transformar la corriente continua en alterna.
- Conseguir el mayor rendimiento del campo fotovoltaico.

- Realizar el acoplamiento a la red.
- Protecciones.

La planta fotovoltaica estará constituida por 2 partes:

1223 módulos solares fotovoltaicos de silicio monocristalino de potencia máxima 550wp sobre estructuras de acero galvanizado hincadas en el suelo con acimut 12.44º Oeste e inclinación 33º.

208 módulos solares fotovoltaicos de silicio monocristalino de potencia máxima 550wp sobre plataformas flotantes sobre la superficie de la balsa norte, con acimut 15º Oeste e inclinación 5º.

Los módulos se distribuyen en 5 inversores (3 de 185 kW y 2 de 105 kW).

El inversor introduce en la red la mayor cantidad posible de la energía recibida de los módulos fotovoltaicos, para ello es necesario un sistema de conversión eficaz en cuanto a rendimiento y capaz de realizar una gestión inteligente del sistema. Las distintas situaciones en las que se puede encontrar la Red, fallo de suministro, cambio de frecuencia, picos de sobretensiones, etc. y la constante variación de características de los generadores fotovoltaicos deben disponer de sistemas adecuados para realizar las protecciones y gestionar el funcionamiento óptimo en cada caso.

### 3.39.2 ESTRUCTURA SOPORTE

La estructura soporte para los módulos fotovoltaicos serán sobre estructuras de hormigón prefabricado con módulos en configuración 2H (estructuras autoportantes) en el suelo con acimut 3º e inclinación 20º).

### 3.39.3 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Están constituidos por células cuadradas fotovoltaicas de silicio monocristalino de alta eficiencia con capa anti-reflectante de nitruro de silicio, capaces de producir energía con niveles muy bajos de radiación solar. Este hecho asegura una producción que se extiende desde el amanecer hasta el atardecer, aprovechando toda la potencia útil posible que nos es suministrada por el sol.

Las conexiones redundantes múltiples en la parte delantera y trasera de cada célula mediante conductores eléctricos de cobre plano bañado en una aleación de estaño-plata, ayudan a asegurar la fiabilidad del circuito del módulo.

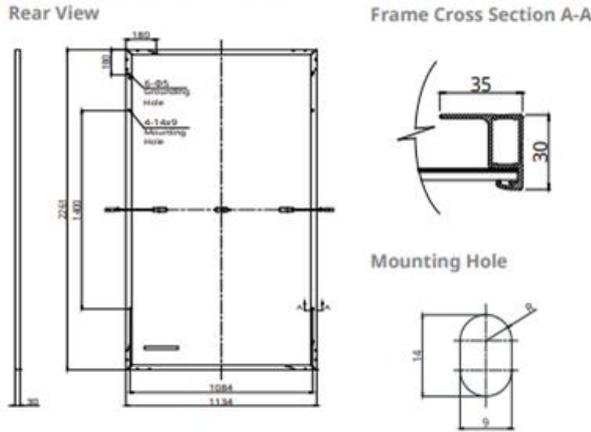
Gracias a su construcción con marcos laterales de metal y el frente de vidrio, de conformidad con estrictas normas de calidad, estos módulos soportan las inclemencias climáticas más duras, funcionando eficazmente sin interrupción durante su larga vida útil.

Las células de alta eficiencia, están totalmente embutidas en un encapsulante termoestable de EVA y protegidas contra la suciedad, humedad y golpes por un frente especial de vidrio ultra transparente templado antirreflector y una lámina de FEV/PET/FEVE en su parte posterior, asegurando de esta forma su total estanqueidad.

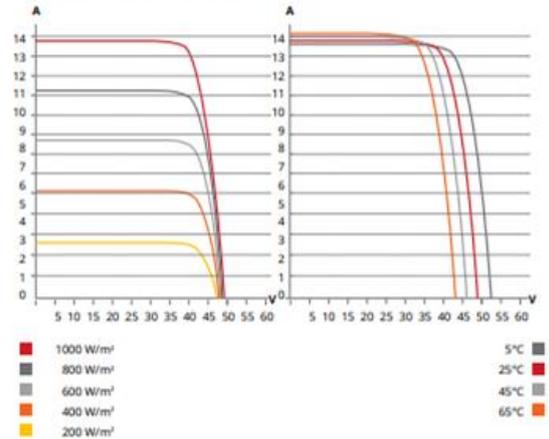
La caja de conexión lleva incorporados los diodos de derivación, que evitan la posibilidad de avería de las células y su circuito, por sombreados parciales de uno o varios módulos dentro de un conjunto. Cada panel lleva su caja de conexiones multicontacto con conectores rápidos anti-error.

Siendo sus características:

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6W-530MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC\*

CS6W	530MS	535MS	540MS	545MS	550MS	555MS
Nominal Max. Power (Pmax)	530 W	535 W	540 W	545 W	550 W	555 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	40.9 V	41.1 V	41.3 V	41.5 V	41.7 V	41.9 V
Opt. Operating Current (Imp)	12.96 A	13.02 A	13.08 A	13.14 A	13.20 A	13.25 A
Open Circuit Voltage (Voc)	48.8 V	49.0 V	49.2 V	49.4 V	49.6 V	49.8 V
Short Circuit Current (Isc)	13.80 A	13.85 A	13.90 A	13.95 A	14.00 A	14.05 A
Module Efficiency	20.7%	20.9%	21.1%	21.3%	21.5%	21.6%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C					
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)					
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)					
Max. Series Fuse Rating	25 A					
Application Classification	Class A					
Power Tolerance	0 ~ + 10 W					

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT\*

CS6W	530MS	535MS	540MS	545MS	550MS	555MS
Nominal Max. Power (Pmax)	397 W	401 W	405 W	409 W	412 W	416 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	38.3 V	38.5 V	38.7 V	38.9 V	39.1 V	39.3 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.38 A	10.42 A	10.47 A	10.52 A	10.55 A	10.59 A
Open Circuit Voltage (Voc)	46.1 V	46.3 V	46.5 V	46.7 V	46.9 V	47.1 V
Short Circuit Current (Isc)	11.13 A	11.17 A	11.21 A	11.25 A	11.29 A	11.33 A

\* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 x (12 x 6)]
Dimensions	2261 x 1134 x 30 mm (89.0 x 44.6 x 1.18 in)
Weight	27.6 kg (60.8 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass with anti-reflective coating
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	410 mm (16.1 in) (+) / 290 mm (11.4 in) (-) or customized length*
Connector	T6 or MC4-EVO2
Per Pallet	35 pieces
Per Container (40' HQ)	700 pieces

\* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

3.39.4 PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 15) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Todas las masas de las instalaciones fotovoltaicas, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la Compañía Distribuidora E-distribución, de acuerdo con el Reglamento de baja tensión. Así pues, el proyecto final deberá contemplar la realización de una toma tierra independiente de la Compañía

Distribuidora, que por motivos de disponibilidad se conectará a la toma de tierra existente de los edificios.

### 3.40 CABLE DE COMUNICACIONES ENTERRADO

#### 3.40.1 DEFINICIÓN

Se define como cable de comunicaciones, un conductor de cobre electrolítico recocido de clase 5 con una resistencia máxima a 20°C de 12,1 Ohm/km cubierta exterior de policloruro de vinilo y armado con doble fleje hélice de acero.

#### 3.40.2 MATERIALES

Las características principales de los materiales que conforman el cable son las siguientes:

##### CONDUCTOR:

Cobre electrolítico recocido Clase del conductor: Clase1

Resistencia máxima 20 °C = 12,10 Ohm/Km

##### AISLAMIENTO:

Poliolefina especial baja capacidad Identificación: Negro Azul Marrón gris

Capacidad entre dos conductores: 65pF/m

##### PANTALLA GENERAL:

Pantalla de aluminio Poliéster

Cobertura: 100%

Drenaje: Cobre estañado.

##### CUBIERTA INTERIOR:

PVC Policloruro de Vinilo Tipo ST1

Espesor:0,90 mm

Color: Negro

##### ARMADURA:

Doble fleje helicoidal de acero

Cobertura 120%

##### CUBIERTA EXTERNA:

PVC (Policloruro de vinilo) Tipo ST2

Espesor: 1,3 mm

Color: Negro

Características detalladas del cable de comunicaciones

Conductor de 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>. Trenzado

Armadura mediante fleje de acero antirroedor o corona de hilos. Trenzado mínimo de 6 vueltas / mts.

Conductores flexibles de Cu clase 5.

Aislamiento individual de cada uno de los conductores mediante policloruro de vinilo.

Cubierta exterior de PVC

Temperatura de servicio -25°C a +90°C.

Temperatura de cortocircuito: 250°C

Tensión nominal: 1000V

Tensión de ensayo: 2500V

Radio de curvatura  $\leq 8$  veces el diámetro exterior de la manguera de conductores (según norma UNE 21030).

Resistencia máxima  $< 12,1$  ohm/km a 20°C

Capacidad máxima  $< 65$  nF/m

Fabricados de conformidad con la norma UNE 21123

No propagación de la llama de acuerdo con las siguientes Normas Europeas:

UNE 20432-1 NF-C32070-C2

IEC 332-1BS4066-1

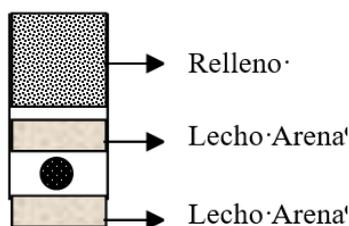
CEI 20-35VDE 0472-d

No propagador de incendio según Norma IEEE 383.

Resistente a aceites, ácidos y álcalis según valores definidos en la Norma MIL-C-915- E.

### 3.40.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La tirada del cable se realiza junto a la tirada de la conducción. La tirada del cable se realizará siempre por el lado derecho de la conducción, mirando el sentido de recorrido del agua. Se colocará sobre el lecho de arena previo a la tubería y junto a esta de forma holgada como se describe a continuación.



Se señalará el cable de comunicaciones dentro de la zanja con una cinta de atención al cable a una profundidad aproximadamente de la mitad de la profundidad de la zanja.

El cable se instalará de forma ondulada dentro de la zanja para que tenga suficiente holgura y evitar estiramientos en caso de corrimientos o asentamientos del terreno.

La entrada del cable de comunicaciones en la caseta o arqueta se realizará bajo tubo o medida similar que garantice su correcta protección y mantenimiento.

Dentro de la caseta / arqueta se dejará un mínimo de 3 metros de cable para permitir de forma sencilla llevar el cable hasta la caja de la electrónica, evitando de esta forma empalmes innecesarios.

Dentro de la caseta o arqueta, los cables de comunicación se señalarán perfectamente, indicando su procedencia ó destino según proceda. De este modo, se garantiza un correcto plan de mantenimiento de la instalación y un breve plazo de localización de averías.

Deberán evitarse en la medida de lo posible cualquier tipo de empalme intermedio, ya que estos pueden realizarse en las propias arquetas o tomas.

La tirada del cable entre arquetas se realizará en tramos sin empalmes intermedios, para lo cual deberá medirse previamente la longitud entre las mismas. El cable entrará en arqueta dejando un mínimo de 2 mts interiores, si la red continua se tirará un nuevo tramo de cable, dejando igualmente 2 metros en la arqueta saliente y otros 2 mts en la entrante. En el caso de que en una determinada arqueta salieran varios ramales, se mantendrá la misma topología de cables sin empalmes tirados de arqueta a arqueta y dejando los 2 mts de “coca “en cada una.

### 3.40.4 CONTROL DE CALIDAD

Parámetros a comprobar para la CERTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN:

- Medida del aislamiento
- Medida de la resistencia de bucle (cortocircuito de extremos remotos)
- Medida de la capacidad entre conductores.
- Medida de la capacidad de cada conductor respecto a tierra.

### 3.40.5 MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono se efectuará por metro lineal (ml) realmente ejecutado, según los precios indicados en el Cuadro de Precios Nº 1.

## 3.41 HIDROSIEMBRA

### 3.41.1 DEFINICIÓN Y ALCANCE

Consiste en la proyección de una mezcla de semillas y agua, y generalmente abono y otros elementos a presión sobre la superficie a encespedar.

En esta unidad de obra se incluye: La obtención, carga, transporte y descarga o apilado del material en el lugar de almacenamiento provisional, y desde éste, si lo hubiera, o directamente si no lo hubiera, hasta el lugar de empleo de los materiales que componen la unidad.

No se incluye el refino previo de taludes

### 3.41.2 MATERIALES

Los materiales de la hidrosiembra serán:

- Agua.
- Semillas.

- Mulch (Fibras corta o larga, paja, algodón, heno picado, turba).
- Estabilizadores.
- Abonos orgánicos (Turba, Ácidos húmicos,...).
- Abonos inorgánicos (liberación rápida o controlada).
- Aditivos o Mejorantes.
- Especies Básicas:
  - Stipa tenacissima
  - Retama sphaerocarpa
  - Phlomis purpurea
  - Satureja obovata
  - Rhamnus aleoides
  - Solsona Webbi
  - Genista spartioides

### 3.41.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El proceso de ejecución desde el punto de vista cronológico será el siguiente:

Se introducirá agua en el tanque de la hidrosembradora hasta cubrir la mitad de las paletas de agitador; a continuación, se incorporará el mulch evitando la formación de bloques o grumos en la superficie del agua. Se añadirá agua hasta completar 3/4 partes de la capacidad total del tanque, manteniendo en movimiento las paletas del agitador. Simultáneamente, se incorporarán las semillas, abonos y posibles aditivos.

Se tendrá en marcha el agitador durante al menos 10 minutos más, antes de comenzar la siembra, para favorecer la disolución de los abonos y estimular la facultad germinativa de las semillas. Se seguirá, mientras tanto, llenando de agua el tanque hasta que falten unos 10 cm y entonces se añadirá el producto estabilizador de suelos.

No se comenzará el proceso de siembra hasta que no se haya conseguido una mezcla homogénea de todos sus componentes.

Uno o dos minutos antes del comienzo, se acelerará el movimiento de las paletas de los agitadores para conseguir una mejor homogeneización de la mezcla.

La siembra se realizará a través del cañón de la hidrosembradora, si es posible el acceso hasta el punto de siembra, o en caso contrario, por medio de una o varias mangueras enchufadas al cañón. La expulsión de la mezcla se realizará de tal manera que no incida directamente el chorro en la superficie a sembrar para evitar que durante la operación se produzcan movimientos de finos en el talud y describiendo círculos, o en zig-zag, para evitar que la mezcla proyectada escurra por el talud. La distancia entre la boca del cañón (o de la manguera) y la superficie a tratar es función de la potencia de expulsión de la bomba, oscilando entre los 20 y 70 metros.

Cuando las condiciones climatológicas, humedad excesiva, fuertes vientos y otros factores, dificulten la realización de las obras y la obtención de resultados satisfactorios, se suspenderán los trabajos, que sólo se reanudarán cuando se estime sean otra vez favorables las condiciones, o cuando se haya adoptado medidas y procedimientos alternativos o correctivos aprobados.

El cañón de la hidrosembradora debe estar inclinado por encima de la horizontal para lograr una buena distribución, es decir, el lanzamiento debe ser de abajo a arriba.

En el caso de terraplenes cuya base no sea accesible debe recurrirse a poner mangueras de forma que otro operador pueda dirigir el chorro desde abajo. Esta misma precaución se ha de tomar cuando haya vientos fuertes o se dé cualquier otra circunstancia que haga previsible una distribución imperfecta por lanzarse el chorro desde lo alto de la hidrosembradora.

#### 3.41.4 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad de la hidrosiembra, al no existir ninguna normativa vigente, se realizará de la siguiente forma:

- Respecto a los materiales el contratista, deberá abrir en presencia de la dirección de la obra los envases de dichos materiales, y suministrar al Director de obra una cantidad de 100 gr de cada material para la constatación por parte de éste, de visu o por medio de los análisis correspondientes, de que el tipo y la calidad de los materiales sea la especificada en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares de dicha obra.
- En cuanto a la realización de la hidrosiembra, la Dirección de obra comprobará, que las cantidades de materiales utilizadas sean las marcadas por el pliego de condiciones particulares para cada m<sup>2</sup>, y que los metros cuadrados realizados con una carga de hidrosembradora sean los apropiados para una correcta dosificación por m<sup>2</sup> de los materiales de la hidrosiembra, según conste en este Pliego de Condiciones Técnicas Generales.
- Se colocará en la zona a hidrosembrar una plancha de 1 metro cuadrado, ya que esta es la unidad de medición de la hidrosiembra. El material de esta plancha debe ser absorbente, poroso y permeable. Al mismo tiempo esta plancha debe ser fijada al terreno para evitar su deslizamiento debido al peso de la mezcla.

Una vez realizada la hidrosiembra se recogerá la muestra y se analizará, comprobando si las cantidades de cada material son las fijadas para ese tipo de hidrosiembra y si, por lo tanto, la calidad de la mezcla es la indicada.

#### 3.41.5 MEDICIÓN Y ABONO

Si en un período máximo de dos meses a partir de la realización de la hidrosiembra no se ha producido la germinación de las semillas en una zona tratada, quedará a juicio del Director de la Obra la exigencia de repetir la operación de hidrosiembra, dicha repetición, en caso de efectuarse, correrá a cargo del Contratista.

La medición se hará sobre metro cuadrado (m<sup>2</sup>) realmente ejecutado en obra, medido sobre talud. En el precio unitario estará incluido el aporte de todos los materiales necesarios descritos en el presente Pliego y la ejecución de la unidad completa, según el precio.

### 3.42 PLANTACIÓN DE MATORRALES Y ARBUSTOS

#### 3.42.1 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El inicio de la plantación exige la previa aprobación por parte de la Dirección Facultativa.

La apertura del hoyo o, en su caso, la zanja de plantación se habrá hecho con la mayor antelación posible para favorecer la meteorización del suelo. Si el terreno es muy seco antes de plantar se debe llenar el agujero de agua para humedecer la tierra de alrededor. Antes de proceder a la plantación se colocará una capa de tierra abonada de 20 cm de grosor, donde se asentarán las raíces. Se plantará con la misma orientación que estaba en el vivero. La colocación del cepellón en el hoyo de plantación se hará sin dañar la estructura interna del mismo. El resto del hoyo de plantación se llenará con tierra abonada, en capas de menos de 30 cm compactadas con medios manuales. No quedarán bolsas de aire entre las raíces y la tierra.

Inmediatamente después de plantar se regará abundantemente con caudal suficiente para mojar las raíces dentro del cepellón. La poda postplantación se limitará al mínimo necesario para eliminar las ramas dañadas. Se regará con frecuencia y cantidad indicada por la Dirección Facultativa haciéndolo preferentemente a primera hora de la mañana o a última de la tarde.

No se plantará en tiempo de heladas, ni con vientos fuertes, con lluvias cuantiosas o con temperaturas muy altas.

### 3.42.2 CONTROL DE CALIDAD

El arbusto se ha de plantar a la misma profundidad que se encontraba en el vivero, aplomado y en la situación prevista. Hasta su enraizamiento ha de estar sujetado por medio de tutores o tensores. Tolerancias de ejecución:

### 3.42.3 MEDICIÓN Y BONO

El abono se realizará por unidad realmente colocado a los precios del cuadro Nº 1.

## 3.43 LIMPIEZA Y TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

### 3.43.1 DEFINICIÓN

Una vez terminada la obra, y antes de su recepción, se procederá a su limpieza general, retirando los materiales, sobrantes o desechados, escombros, obras auxiliares, instalaciones, almacenes, y edificios que no sean precisos para la conservación durante el plazo de garantía. Esta limpieza se extenderá a las zonas de dominio, servidumbre y afección de la vía, así como a los terrenos que hayan sido ocupados temporalmente, debiendo quedar unos y otros en situación análoga a como se encontraban antes de inicio de la obra o similar a su entorno.

### 3.43.2 MEDICIÓN Y ABONO

Será de obligado cumplimiento considerándose valorado proporcionalmente por cada unidad de obra contratada.

## 3.44 UNIDADES DE OBRA NO INCLUIDAS EN ESTAS PRESCRIPCIONES

En la ejecución de las obras, fábricas y construcciones para las cuales no existen prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego, el Contratista se atenderá a lo que resulte de los Planos, Cuadros de Precios y Presupuesto; en segundo término, a las reglas que dicte la Dirección de Obra, y en tercer lugar a las buenas prácticas de la construcción seguidas en obras análogas.

Aquellas unidades que no se relacionan específicamente en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se abonarán completamente terminadas con arreglo a condiciones, a los PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

precios fijados en el Cuadro de precios que comprenden todos los gastos necesarios para su ejecución, entendiéndose que al decir completamente terminadas, se incluyen materiales, medios auxiliares, montajes, pinturas, pruebas, puesta en servicio y todos cuantos elementos u operaciones se precisen para el uso de las unidades en cuestión.

Serán por cuenta del contratista de obras, la realización de las gestiones, pago de gastos, así como la redacción y visado de los proyectos de instalaciones que hayan de presentarse en los organismos competentes a efectos de obtener el alta y permiso de funcionamiento de las mismas a enganches, redes de servicios, acometidas provisionales y en general, todo lo necesario para el funcionamiento adecuado y legalizado de las instalaciones, aún cuando hayan de ser puestas a nombre de la administración.

Se abonarán al precio, señalado en el Cuadro de Precios caso de estar incluidas en él o de existir algún precio de unidad de obra asimilable a la efectuada, o bien por poderse componer con varios precios incluidos.

### 3.45 SEGURIDAD Y SALUD

Se definen como seguridad y salud las medidas y precauciones que el Contratista está obligado a realizar y adoptar durante la ejecución de las obras para prevención de riesgos, accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

De acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, en el presente, el Contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud ajustado a su forma y medios de trabajo.

La valoración de ese Plan no excederá del presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud anejo a este proyecto, entendiéndose de este modo que cualquier exceso está comprendido en el porcentaje de costes indirectos que forman parte de los precios del proyecto.

El abono del presupuesto correspondiente al Estudio de Seguridad y Salud se realizará de acuerdo con el correspondiente Cuadro de Precios que figura en el mismo, o en su caso en el Plan de Seguridad y Salud aprobado por la Administración, y que se considera Documento del Contrato a dichos efectos.

Durante dicho período el Contratista tendrá en cuenta lo previsto en el Capítulo II, Sección 1ª, Cláusula 23 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras de Estado, Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, la Orden Ministerial de 14 de Marzo de 1.960, las aclaraciones complementarias que se recogen en la O.C. nº 67 1 1.960 de la Dirección General de Carreteras, Norma de Carreteras 8.3 IC sobre señalización de obras y demás disposiciones al respecto que pudiesen entrar en vigor antes de la terminación de las obras.

### 3.46 GESTIÓN DE RESIDUOS

#### 3.46.1 DEFINICIÓN

Estas operaciones consisten en el tratamiento dado a los residuos generados durante la ejecución de las obras, tanto almacenamiento, como eliminación y cesión de los mismos, tendentes a la minimización del impacto sobre el medio y al cumplimiento de la normativa vigente.

#### 3.46.2 EJECUCIÓN

Las medidas consideradas para la correcta gestión de los residuos generados durante las obras son las siguientes:

- Toda la gestión de los residuos, desde la generación hasta su retirada o cesión, deberá cumplir con la normativa vigente, para lo que se llevará un control por escrito de la gestión de los residuos, en las que conste la cantidad y tipo de residuo cedidos a cada gestor autorizado y el archivo del albarán de entrega.
- Se acondicionarán las zonas de almacenamiento de residuos que incluya la impermeabilización del fondo y un sistema de recogida de los residuos en caso de derrames accidentales.
- Se establecerá un protocolo a seguir en el caso de derrame accidental de un producto contaminante que incluya, en su caso, la retirada del suelo contaminado y su gestión por parte de gestor autorizado.
- La limpieza de maquinaria, repostaje de combustible y cambio de aceite se llevarán a cabo únicamente en las zonas habilitadas a tal efecto.
- Los aceites, combustibles, etc. Se dispondrán en bidones adecuados y etiquetados, que deberán gestionarse separadamente y enviarse a depósitos de seguridad o plantas de tratamiento. La recogida de estos residuos, así como del resto de los residuos peligrosos generados durante la fase de obras, como trapos, guantes, restos de pintura y disolventes, baterías, líquidos hidráulicos y de freno, etc., se efectuará por parte de un gestor autorizado.
- Se distribuirán dentro de la zona de obra todos los contenedores necesarios para el depósito de las basuras domésticas generadas por el personal de obra, que serán recogidos por parte de los servicios municipales.

Se dispondrá en la obra de materiales absorbentes (trapos, serrín, etc) para el caso de que se produzcan pequeños vertidos no controlados (medida que no debe seguirse en el caso de vertidos más importantes).

Todos los vertidos que se recojan y el material que haya podido ser utilizado para recogerlo o afectado por el derrame se gestionará como un residuo peligroso y se almacenará en recipientes apropiados a cada tipo de residuo y correctamente identificados a la espera de que sean recogidos por un gestor autorizado.

Otros puntos con riesgo de derrame (maquinaria, depósitos de gasóleo o lubricantes, etc.) también deben estar en las áreas acondicionadas con el fin de evitar que causen contaminación a las aguas o al suelo. Si esto no es posible se dispondrá de bandejas para la recogida de posibles goteos.

Los residuos líquidos mezclados con sustancias peligrosas como aceites, grasas o hidrocarburos se gestionarán como residuos peligrosos, almacenándose en un depósito y lugar apropiado, correctamente impermeabilizado y gestionado por un gestor autorizado de este tipo de residuos. El resto de los vertidos, de forma general, se pueden reutilizar o verter (estudiando la necesidad o no de su tratamiento previo). El vertido precisa de la preceptiva autorización, por lo que se tendrá previsto realizar la solicitud y obtener la autorización o permiso antes de comenzar los vertidos. En la autorización se hará referencia al tipo de vertido, caudal, lugar de vertido y toda condición que sea necesaria tener en cuenta y como tal será de obligado cumplimiento.

En este caso los vertidos que se realicen en el medio, ya sean de aguas de percolación, sanitarias y/o pluviales, así como para la realización de captación de agua, será preceptiva la autorización administrativa.

En caso de que el vertido se realice a la red de sumideros se dispondrá de la autorización del gestor de la citada red.

Una vez finalizadas las obras se realizará una limpieza y retirada total de cualquier tipo de residuos presentes en el área de actuación que serán bien cedidos a gestor autorizado, bien retirados a un punto limpio. Tras la retirada se procederá a la restauración del área afectada según lo descrito en el Proyecto.

### **3.46.3 MEDICIÓN Y ABONO**

La medición y abono de estos elementos se realizará de acuerdo con lo indicado en el Cuadro de Precios.

## 4 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS SUMINISTROS ESPECIALES

### 4.1 CONDICIONES GENERALES

Se tratará en este capítulo de cumplimentar una serie de normas y calidades mínimas que se exigirán a los distintos equipos e instalaciones que constituyen los incluidos dentro del presente Proyecto.

Se indicará, asimismo, la forma en que se efectuará la medición y abono por aplicación de los precios de los distintos equipos e instalaciones, que son introducidos en el Cuadro de Precios Nº 1.

La inspección de la fabricación de los elementos metálicos e instalaciones eléctricas y su montaje podrá ser realizada por una Entidad de Certificación y Control legalmente reconocida, siguiendo las directrices de la Dirección de Obra.

#### 4.1.1 DOCUMENTACIÓN EXIGIBLE

El Contratista, para cada equipo definido en este Capítulo, deberá presentar tres proposiciones de diferentes casas especializadas, para que la Dirección de Obra pueda escoger la más conveniente, respetando siempre los precios definidos en el Cuadro de Precios Nº 1.

Como mínimo cada proposición reunirá la siguiente documentación: Plano conjunto del equipo.

Plano de detalle.

Materiales que componen cada equipo, vida media y características técnicas.

Documentación complementaria suficiente para que la Dirección de Obra pueda tener la información necesaria para determinar la aceptación o rechazo del equipo.

Protección contra la corrosión. Sobreespesor de cálculo de corrosión. Normas de diseño.

Manifestación expresa de que las instalaciones propuestas cumplen con todos los reglamentos vigentes que pudieran afectarles, así como las normas e indicaciones particulares de la Delegación de Industria correspondiente, y las indicadas en estas Prescripciones.

Marcas, modelos y tipos, completamente definidos, de todos los materiales presupuestados, no admitiéndose el término "SIMILAR".

Una vez elegida una proposición de una empresa especializada, el Contratista realizará el Proyecto de Ingeniería de todos los equipos, que: será completo para todos ellos, cumplirá en su totalidad las Especificaciones Técnicas, será realizado de acuerdo con las Normas incluidas en las Especificaciones Técnicas, e incluirá la revisión y aprobación de los planos constructivos.

El Proyecto de Ingeniería contendrá como mínimo los siguientes documentos: Plano de conjunto del equipo.

Plano de detalle.

Plano de despiece por grupos.

Documentación complementaria suficiente para que la Dirección de Obra pueda tener la información necesaria para determinar la aceptación o rechazo del equipo.

Materiales que componen cada elemento del equipo, vida media y, al menos las siguientes características técnicas:

Protección contra la corrosión.

Sobreespesor de cálculo de corrosión. Cálculos justificativos.

Normas de acuerdo con las cuales ha sido diseñado. Normas para el mantenimiento preventivo de cada elemento.

Normas a emplear para las pruebas de recepción, especificando cuáles de ellas deben realizarse en banco y cuáles en obra. Para las primeras deberá avisarse a la Dirección de Obra con quince días (15 días) de anticipación a la fecha de pruebas. La Dirección de Obra o la Entidad de Certificación y Control que designe, podrán asistir a las pruebas, contando para ello con todas las facilidades para el acceso a las instalaciones y a la inspección de las pruebas, sin que ello pueda suponer sobrecoste alguno.

Manifestación expresa de que las instalaciones propuestas cumplen todos los reglamentos vigentes que pudieran afectarles.

Marcas, modelos y tipos, completamente definidos, de todos los materiales presupuestados.

Protocolo de pruebas. Estará formado por el conjunto de normas que para los diferentes equipos presente el Contratista y será utilizado para la comprobación de los equipos a la recepción.

Se dará preferencia a las normas españolas UNE y en su defecto a las internacionales ISO. Si el Contratista presentase un equipo cuyas pruebas a realizar no estén contenidas en ninguna de las normas antes citadas, deberá presentar la norma extranjera por él propuesta, acompañada de la correspondiente traducción al español.

En caso de que las pruebas propuestas por el Contratista no se ajusten a ninguna norma oficial y deban desarrollarse éstas bajo condiciones particulares, el Contratista está obligado a prestar cuanta información complementaria estime conveniente la Dirección de Obra, quien podrá rechazar el equipo propuesto si, a su juicio, dicho programa de pruebas no ofrece garantías suficientes.

Instrucción de conjunto para el manejo y conservación de la totalidad del equipo, incluyendo una descripción de todos los mecanismos y accesorios.

El Contratista distribuirá y remitirá al PROMYOYOT todos los planos y revisiones de los mismos.

#### 4.1.2 GARANTÍAS

El Contratista establecerá su garantía sobre la totalidad del suministro. Esta garantía se manifestará a través de los siguientes aspectos:

El Contratista realizará el proyecto de Ingeniería de los equipos y facilitará a sus asociados (caso de haberlos) los datos para la realización de los distintos componentes de los equipos. La Ingeniería del Contratista:

Será completa para todos los equipos.

Cumplirá en su totalidad las Especificaciones Técnicas.

Será realizada de acuerdo con las normas de las Especificaciones Técnicas correspondientes.

Incluirá la revisión y aprobación de los posibles planos constructivos de sus asociados.

Toda la ingeniería, proyectos y dibujos de los equipos especificados, será considerada por la Dirección de Obra como realizada exclusivamente por el Contratista y del no cumplimiento de lo indicado será éste el único responsable.

El Contratista será el único responsable de la construcción de la totalidad de los equipos, de acuerdo con los proyectos por él realizados. Deberá efectuar un control de calidad de todos los materiales que compondrán los equipos, realizando ensayos mecánicos, químicos y pruebas no

destructivas, por Laboratorio oficial o por Laboratorio no oficial de reconocida solvencia y elegido por la Dirección de Obra.

El Contratista será el único responsable del suministro del equipo, bajo los siguientes aspectos:

Deberá entregar la totalidad de los equipos descritos en las Especificaciones Técnicas del Contratista y aceptados por la Dirección de Obra.

Realizará todas las entregas de acuerdo con el programa establecido por él y la Dirección de Obra.

Durante el período de garantía, el Contratista reparará o cambiará cualquier parte defectuosa aparecida en la operación o pruebas de los equipos. Todos los gastos de personal, materiales y medios, serán a su cargo.

Si durante el período de pruebas y primera época de la operación del equipo se comprobase que el equipo o parte del mismo no cumple las características especificadas por ACUSUR y garantizadas por el Contratista en su oferta, éste procederá a la mayor urgencia posible a las necesarias reparaciones o modificaciones del equipo para alcanzar los valores deseados, con todos los gastos de personal, materiales y medios, a su cargo.

#### 4.1.3 NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES

Las normas y códigos a tener en cuenta para el diseño de la instalación, serán las siguientes:

ISO - Tuberías y válvulas. NFPA - Equipos eléctricos. IEC - Equipos eléctricos.

DIN y UNE - Tuberías a presión, válvulas.

UNE e IIS-ASME - Soldaduras de elementos metálicos.

Norma AWWA C-300 de la American Water Workes Asociation

Recommendation for the Design, manufacture and erection of steel penstocks of welded construction for hidro-electric installation, edición de 1980 o posterior, del Comité Europeo de Calderería.

API - Acero para tuberías

#### 4.1.4 DOCUMENTACIÓN

El Contratista distribuirá y remitirá a la Dirección de Obra todos los planos y revisiones de los mismos.

Todos los planos del Contratista serán comprobados y aprobados por la Dirección de Obra. El fabricante del equipo no está autorizado a la fabricación del mismo sin disponer de esta aprobación. Esta aprobación es para el diseño general únicamente y no eximirá al Contratista de su responsabilidad en lo referente a su suficiencia de detalle, diseño y previsión de cálculos.

Los comentarios de la Dirección de Obra respecto a la aprobación de los planos irán inscritos en cada uno de ellos y una (1) copia será devuelta al Contratista con la correspondiente calificación. Las posibles calificaciones dadas serán:

Aprobado.

Indica que el plano ha sido comprobado y aprobado. La fabricación del equipo correspondiente será autorizada.

Aprobado excepto notas.

Indica que el plano ha sido comprobado y es aprobado con excepción de los comentarios especificados apuntados en el mismo. El Contratista puede iniciar la fabricación del equipo de acuerdo con los comentarios apuntados y revisar los planos para recoger de forma definitiva los comentarios y remitirlos de nuevo para su aprobación final.

Se devuelve para corregir y agregar información.

Indica que el plano ha sido comprobado y no está aprobado. El Contratista ha de revisar los planos y remitirlos de nuevo para su aprobación final. La fabricación del equipo no está autorizada y queda pendiente de futura aprobación.

La aprobación por parte de la Dirección de Obra no releva al Contratista de su responsabilidad sobre el dimensionado y buen funcionamiento del equipo.

#### 4.1.5 MANUAL DE INSTRUCCIONES

El Contratista entregará un mínimo de cuatro (4) copias de los Manuales de Instrucciones de los equipos suministrados.

El contenido del Manual de Instrucciones será, como mínimo, el siguiente:

I. Descripción del equipo.

II. Características nominales, de diseño y de prueba.

III. Composición y características de los materiales.

IV. Principios de operación.

V. Instrucciones de operación.

VI. Gradientes máximos, limitaciones y funcionamiento en condiciones distintas de las normales. Puntos de tarado.

VII. Lista de componentes o de despiece, con números de identificación, dibujos de referencia, nombre y características de la pieza (dimensiones, materiales, etc.).

VIII. Instrucciones de recepción, almacenamiento, manejo y desembalaje del equipo.

IX. Instrucciones de montaje y desmontaje: tolerancias.

X. Instrucciones de mantenimiento.

XI. Pruebas y controles periódicos.

XII. Lista de repuestos.

Los Manuales de Instrucciones deberán estar íntegramente redactados en español.

#### 4.1.6 PRUEBAS Y ENSAYOS DE LOS EQUIPOS

La Dirección de Obra, realizará por sí u ordenará la realización de cuantas pruebas y ensayos estime necesario dentro de lo establecido en las presentes Prescripciones Técnicas.

Todos los gastos de pruebas y ensayos, tanto los realizados en obra como los que se lleven a cabo por laboratorios oficiales o firmas especializadas, serán de cuenta del Contratista, es decir, se entienden que están comprendidos en los precios unitarios de la unidad de obra a que correspondan, siempre que no superen el 1% del presupuesto total de la obra.

La inspección y control de los ensayos podrá ser realizada por una Entidad de Certificación y Control, legalmente reconocida, sin que ello suponga sobre coste alguno para PROMOTOR.

Las pruebas y ensayos a que se hace referencia en las presentes Prescripciones, se entienden independientes de aquellas que preceptivamente se exigen o realizan por medio de Organismos Oficiales.

Ningún equipo o material puede ser autorizado para envío sin las correspondientes autorizaciones de la Dirección de Obra. En aquellos equipos que requieran inspecciones intermedias antes de la finalización del mismo, se efectuará una reunión con el Contratista para determinar el programa y la extensión de la inspección a ser realizada.

Dentro de las pruebas, quedarán definidas las que han de desarrollarse durante la construcción del equipo, en bancos; al recepcionarse el mencionado equipo y una vez montado éste, y las correspondientes a la instalación, o parte de la misma, a que pertenezca.

## 4.2 VÁLVULAS

Se describe en este artículo en primer lugar una serie de condiciones generales que son de aplicación a los distintos tipos de válvulas incluidos en el presente Proyecto, y a continuación se particularizan las condiciones que deben cumplir los distintos tipos.

### 4.2.1 DESCRIPCIÓN

Las principales válvulas a suministrar serán las indicadas en los planos, siendo estas de los siguientes tipos:

Válvulas de Mariposa

Válvulas de compuerta

Válvulas de aireación.

Válvulas hidráulicas de regulación de caudal y llenado de depósitos.

### 4.2.2 CONDICIONES GENERALES

#### 4.2.2.1 DIÁMETROS Y BRIDAS

Los diámetros nominales de las válvulas se ajustarán a la norma UNE-EN ISO 6708, y el enlace con la tubería será embreado, debiendo cumplirse lo especificado en la norma UNE-EN 1092-2.

#### 4.2.2.2 PRESIONES

Se definen las siguientes presiones:

a) Presión nominal

Es la máxima presión de trabajo que admite la válvula, con total seguridad, de forma continua.

b) Presión máxima admisible

Es la máxima presión que es capaz de soportar la válvula.

c) Presión de ensayo admisible

Es la máxima presión a que se someterá la válvula en el banco de pruebas.

#### 4.2.2.3 CONTROL DE CALIDAD

##### Control en taller

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes de las válvulas deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de autocontrol que garantice la calidad del producto suministrado.

Se entregará el manual de organización, equipos, medios y procedimientos de autocontrol, cuya idoneidad y cumplimiento deberá ser certificado anualmente por organismo competente o empresa de control de calidad, independiente del fabricante, oficialmente autorizado.

La presentación del Certificado de Registro de Empresa, acorde con la serie de Norma UNE 66-900 (ISO 9000) de Aseguramiento de Calidad, eximirá al suministrador del cumplimiento del anterior requisito de certificación.

En el manual de control de calidad deberán señalarse las normas oficiales de ensayos que se apliquen, o en otro caso incluirse la descripción detallada de los procesos y medios de ensayo utilizados.

El proceso de autocontrol abarcará, al menos, los conceptos siguientes:

##### 1 - Materiales:

Composición química.

Estructura molecular.

Características mecánicas.

Tratamientos térmicos.

Otras características.

##### 2 - Fabricación:

Dimensiones, tolerancias y paralelismo.

Soldaduras.

Acabado de superficies.

Comportamiento mecánico.

##### 3- Protecciones:

Composición química.

Preparación de superficies y espesores.

Comportamiento mecánico.

Comportamiento químico y alimentabilidad para agua potable.

##### 4- Pruebas de fábrica:

Pruebas de presión

Pruebas de estanquidad

Pruebas de accionamiento en vacío y sentido de giro y señalización exterior de la posición apertura - cierre.

Pruebas del modelo

Para la determinación de la aceptabilidad de cada modelo de válvula, se incluirá copia de los Certificados de cada una de las pruebas siguientes, para cada gama homogénea de válvulas:

a) Pruebas mecánicas

Prueba de presión

Comprobación del comportamiento mecánico y la estanquidad exterior, sometiendo la válvula abierta a una presión interior de 1.5 veces la presión nominal, conforme a la Norma ISO 5208. No deberá apreciarse pérdida alguna durante el ensayo.

Prueba de estanquidad

Comprobación del comportamiento mecánico y la estanquidad interior y exterior sometiendo la válvula en posición cerrada a una presión interior, alternativamente por cada lado del obturador, de 1,1 veces la presión nominal conforme a la Norma ISO 5208. No deberá apreciarse pérdida alguna durante la duración del ensayo.

Pruebas de accionamiento

Medición y registro de los pares de cierre y apertura para las velocidades mínimas de diseño establecidas, así como para válvula vacía. En ambos casos los valores obtenidos deberán ser iguales o inferiores a los señalados en el apartado correspondiente.

Curva de cierre

Para cada válvula y diámetro correspondientes se indicará la curva de cierre (número de vueltas/porcentaje de sección abierta) que defina la situación de la válvula.

b) Ensayo de desgaste

Este ensayo se realizará bajo presión máxima admisible (PN), sin caudal. El número de ciclos de maniobra -apertura y cierre completo- será de 250.

El par aplicado a todo lo largo del ensayo debe ser suficiente para cerrar completamente en cada ciclo. La estanquidad deberá obtenerse con un par que no exceda 1,5 veces el par máximo de maniobra.

Al final del ensayo, deberá verificarse la estanquidad a las presiones de 0,5 bar y a  $P = PN$  (bar) de la válvula.

Las anteriores pruebas y ensayos de modelos que correspondan a una gama homogénea de válvulas, entendiéndose como tal aquella cuyo diseño es idéntico y de iguales materiales los elementos que la forma, serán válidas, además del propio diámetro ensayado, para los dos diámetros superiores e inferiores dentro de la gama.

Referencias, certificados y garantías

Por cada válvula suministrada, en cuanto concierne a esta Normativa, se adjuntará la documentación siguiente:

Ficha técnica, conformada por el responsable del Control de Calidad del fabricante.

Fotocopia del Certificado de Registro de Empresa de Aseguramiento de Calidad, o, en su defecto, Certificado del Control de Calidad realizado por empresa independiente, ambos en vigor a la fecha del pedido.

Período de garantía contra defecto de fábrica y funcionamiento.

Cada lote de válvulas suministradas por el fabricante, deberán ser remitidos junto con una ficha técnica en la que se haga referencia a las características de diseño, materiales, características dimensionales, protecciones, características de diseño, etc. Las referencias mínimas exigibles en la ficha técnica de cada lote de válvulas, según el tipo de las mismas, se indican en la descripción particularizada de cada uno de los tipos de válvulas.

Marcado

Toda válvula deberá estar marcada de forma claramente legible conforme a lo dispuesto en el presente apartado.

En las válvulas con cuerpo en fundición nodular se marcarán en éste mediante grabado en altorrelieve, las siguientes características:

Diámetro nominal: se expresará mediante el símbolo DN seguido por su valor correspondiente expresado en mm.

Presión nominal: se expresará mediante el símbolo PN seguido por su valor correspondiente expresado en bar.

Material del cuerpo: se especificará la abreviatura correspondiente al material empleado seguido por las siglas de la Norma que emplee dicha abreviatura, por ejemplo: FGE 4212 UNE.

Identificación del fabricante.

Asimismo, se señalarán de forma indeleble, las siguientes características: el modelo de la válvula.

el año de montaje.

el sentido de apertura y cierre.

En cuerpos de acero, todas las características se señalarán sobre una chapa, de forma indeleble, fijada mediante soldadura o remache.

## 4.3 VÁLVULAS DE MARIPOSA

### 4.3.1 DESCRIPCIÓN

Se refiere este artículo a las válvulas de mariposa ubicadas como elementos de corte en los ramales, así como las instaladas como elemento de cierre en las válvulas de aireación.

La válvula funcionará en dos posiciones básicas: abierta o cerrada. Las posiciones intermedias no se contemplan.

#### 4.3.1.1 ELEMENTOS DE QUE CONSTA

La válvula de mariposa, que se describe es la de accionamiento por giro del obturador o mariposa alrededor de un eje ortogonal a la dirección de circulación del fluido, a través del dispositivo externo de maniobra.

Los elementos principales de las válvulas de mariposa son: cuerpo, obturador, eje, tapa, cojinetes, juntas de estanqueidad, sistema de estanqueidad, enlaces a la conducción y dispositivo de accionamiento externo.

#### CUERPO:

Es la parte de la válvula que proporciona la continuidad de la conducción, compuesto por una parte central prolongada a uno y otro lado por una tubular cilíndrica que termina en brida a ambos extremos (enlaces a la conducción).

#### OBTURADOR:

También denominado disco o mariposa, es el elemento que, en su giro alrededor del eje, permite o impide el paso del agua. De perímetro circular y superficie hidrodinámica permite un flujo sin turbulencias y reducida pérdida de carga en régimen normal y en posición totalmente abierta.

#### EJE:

Es el elemento que, solidario con el obturador, hace girar a éste para realizar la maniobra de cierre o apertura.

#### TAPA:

Es el elemento de cierre entre el cuerpo y eje y el exterior, en el extremo del eje opuesto al que se encuentra el mecanismo de maniobra.

#### COJINETES:

También denominados casquillos, son los elementos que situados en ambos extremos del eje, le sirven de soporte.

#### JUNTAS DE ESTANQUIDAD:

Son los elementos que deben garantizar el funcionamiento hermético de la válvula hacia el exterior, debiendo tenerse en cuenta las existentes entre cuerpo y eje, cuerpo y tapa, y entre la válvula y la conducción (juntas de enlace).

#### SISTEMA DE ESTANQUIDAD

Es el sistema interior disco-cuerpo que proporciona la estanquidad en la conducción, entre agua arriba y agua abajo del obturador, en posición de cerrado.

#### ENLACES A LA CONDUCCIÓN:

Los elementos de enlace a la conducción aseguran la continuidad hidráulica y mecánica de ésta.

Solo se tendrá en cuenta en estas normas los enlaces mediante juntas de bridas a ambos extremos independientes entre sí (autorresistentes).

#### DISPOSITIVO DE MANIOBRA:

Es el elemento exterior a la válvula que, aplicado al eje, transmite a éste los esfuerzos para apertura o cierre de la misma.

Como elementos de maniobra hemos de distinguir el mecanismo de desmultiplicación y el actuador de dicho mecanismo.

### 4.3.2 CARACTERÍSTICAS

#### 4.3.2.1 DE DISEÑO

Entre los diferentes diseños existentes definimos los siguientes:

Según la posición del eje respecto al disco:

De eje céntrico, cuando el eje coincide con el plano de simetría del disco.

De simple excentricidad, cuando el eje es excéntrico con respecto al disco estando centrado con respecto al eje longitudinal de tubería.

De doble excentricidad, cuando el eje es excéntrico con respecto al disco y, además, es ligeramente excéntrico con respecto al eje longitudinal de la tubería.

La aplicación de uno u otro tipo según los diámetros y presiones nominales es la que se indica a continuación:

DN (mm)	PN (Atm)	TIPO DE VÁLVULA
80 a 600	10 y 16	Céntricas o Excéntricas
80 a 600	25-45	Excéntricas

Según sea el eje:

Único o monobloc.

En dos partes o semi-ejes. En este caso uno será de arrastre, al que se acopla el sistema o mecanismo de maniobra, y el otro de fijación.

En las válvulas a utilizar en el presente Proyecto el eje será único o monobloc.

Según sea el sistema de estanquidad cuerpo-obturador:

Junta de estanquidad montada sobre el obturador.

Junta de estanquidad montada sobre el cuerpo.

La estanquidad en las válvulas a utilizar en el presente Proyecto se garantizará por compresión sobre un manguito de elastómero dotado de un sobreespesor en su parte central donde la mariposa apoya en el cierre y la junta irá montada en el obturador.

Las bridas de enlace a la conducción formarán ángulo recto con el eje de circulación del fluido y serán concéntricas con éste. Estarán taladradas y los orificios para los tornillos de unión estarán distribuidos uniformemente en un círculo concéntrico con el eje de paso. No se admitirán taladros roscados en ninguna de las bridas de enlace que permitan la sujeción mediante simple atornillado, ni diseños (nervios, resaltes, etc.) que dificulten la colocación y desmontaje de los tornillos y tuercas de apriete.

Para válvulas excéntricas, el sistema de estanquidad interior debe permitir la sustitución de la junta.

Las velocidades mínimas de diseño con apertura total serán las expresadas en el cuadro siguiente:

PN	V (m/s)
10	3
16	4
≥ 25	5

En una válvula utilizada en regulación se debe prever la aparición del fenómeno de cavitación cuando, mantenida una posición de regulación, el valor de la presión absoluta aguas abajo de la válvula sea inferior al valor de la caída de presión en el obturador.

Para la velocidad indicada y con la válvula totalmente abierta, el diseño de la válvula no permitirá que se produzca cavitación, determinándose aquellas condiciones críticas a partir de las cuales puede producirse este fenómeno, o el valor de la presión necesaria aguas abajo para mantener en los límites deseados el grado de cavitación en la válvula.

El coeficiente de caudal Kv expresa el caudal de agua en m<sup>3</sup>/h que, a temperatura ambiente, atraviesa la válvula y ocasiona una pérdida de carga de 0,1 MPa (1 bar). El valor de Kv depende del grado de apertura del obturador y de las dimensiones de la válvula.

Se considerará, como dato característico de la válvula, la variación del coeficiente de caudal en función de la apertura del obturador (curva característica de la misma).

El coeficiente de caudal Kv en posición de máxima apertura será como mínimo el indicado en las siguientes tablas para cada DN, PN y excentricidad del eje.

DN	PN 10/16
80	250
100	400
125	650
150	1 000
200	1 900
250	3 100
300	4 700
350	6 500
400	8 500
450	11 000
500	13 500
600	21 000

Coeficiente de caudal Kv en m<sup>3</sup>/h

Válvula de mariposa de eje excéntrico único

DN	PN 10/16	PN 25-45
80	130	130
100	210	210
125	410	360
150	680	640
200	1 300	1 200
250	2 100	2 000
300	3 100	2 800

350	4 100	4 100
400	5 500	5 500
450	6 980	6 980
500	8 500	8 500
600	12 500	12 500

**Coefficiente de caudal Kv en m3/h**

Válvula de mariposa de eje excéntrico partido

DN	PN 10/16	PN 25-45
80	150	150
100	250	250
125	450	400
150	700	700
200	1 400	1 300
250	2 300	2 200
300	3 400	3 200
350	4 900	4 800
400	6 500	6 300
450	9 000	8 500
500	10 800	10 800
600	19 000	16 000

La maniobra se realiza sobre un dispositivo que actúa sobre el mecanismo de desmultiplicación que, en general será del tipo sin fin y corona o biela, con topes ajustables en las posiciones “todo abierto” y “todo cerrado”, y autoblocantes de forma que el disco pueda reglarse en cualquier posición.

### Reductores

En las válvulas de diámetro superior a 300 mm y PN >16 el dispositivo de maniobra será a base de mecanismo desmultiplicador (reductor) y actuador de dicho mecanismo.

El mecanismo de desmultiplicación estará alojado en una caja, cárter o carcasa, que deberá ser estanca mediante junta de elastómero, grado de protección mínimo IP 67 y con su interior engrasado de por vida, de tal forma que pueda garantizarse su funcionamiento después de largos períodos de tiempo sin haberse maniobrado. Al conjunto formado por este mecanismo y su alojamiento le denominamos reductor, que dispondrá en su exterior de un indicador de posición de obturador.

La caja del reductor será, como mínimo, de fundición gris GG25; el eje será de acero inoxidable, calidad mínima F 3402, F 3403, F 3404 de UNE-EN-10088 (AISI 420)

La unión del reductor a la válvula será conforme a las normas ISO 5211/1 y 5211/2.

El par máximo de maniobra, corresponde a la suma de los momentos de las fuerzas tangenciales que se aplican a la válvula para garantizar su maniobralidad. Se ejerce sobre el actuador a través del elemento de maniobra.

El par de maniobra en las condiciones de velocidad antes citadas y aplicado en el eje del volante, para el número de vueltas que se señala a continuación y conforme a lo reseñado anteriormente, deberá ser inferior a 50 Nm para accionamiento manual por volante. En los accionamientos motorizados el par deberá ser igual o menor de 150 Nm en el eje del desmultiplicador. Estos valores, a válvula, vacía serán de 5 Nm y 15 Nm respectivamente.

El número de vueltas del elemento de maniobra necesario para obtener un movimiento de apertura o cierre completo formará parte de las características de la válvula.

El número de vueltas del elemento de accionamiento manual se ajustará a los valores de la siguiente tabla

DN (mm)	min.	máx.
< 400	20	40
450 a 700	30	60

En las válvulas de accionamiento motorizado deberá limitarse el tiempo de maniobra, en función de las características hidráulicas de la instalación, con el fin de limitar las sobrepresiones por golpe de ariete.

Las válvulas deben ser concebidas para soportar un número máximo de 2000 ciclos de maniobra en vacío con apriete al par máximo.

#### Accionamientos

El actuador del mecanismo de maniobra puede ser de accionamiento manual, eléctrico, neumático, hidráulico o combinación de estos y debe ser suficiente para generar el par necesario para la maniobra de la válvula en las condiciones más desfavorables de funcionamiento.

El accionamiento manual será mediante volante, y para diámetro mayor de 300 mm, el reductor estará preparado para acoplar directamente un actuador motorizado.

Las válvulas con accionamiento eléctrico, neumático o hidráulico dispondrán de un accionamiento manual que permita su maniobra en caso necesario.

Los dispositivos de maniobra con mecanismo de desmultiplicación han de permitir:

Transmitir al eje del reductor el par máximo necesario con exclusión de cualquier otro esfuerzo.

Mantener fijo el obturador en cualquier posición

Establecer una posición de cierre muy precisa, que asegure la estanquidad de la válvula y el buen estado de la junta elástica de cierre.

Las características mínimas que deben cumplir los servomotores eléctricos son las siguientes:

Protección IP67 norma NFC 20-010 y DIN 40050.

Alimentación eléctrica a 220 ó 380 V, en corriente trifásica a 50 Hz.

Servicio intermitente - Factor de marcha 35% según VDE 530.

Protección térmica de cada fase por termostatos incorporados.

Dos (2) contactos fin de carrera más dos (2) contactos suplementarios.

Dos (2) limitadores de par con regulación independiente para cada sentido de rotación.

Maniobra manual por volante desenbragable con prioridad eléctrica. Resistencia de caldeo e indicador mecánico de posición.

Maniobra mediante servomotor multipruebas tipo SA con mecanismo multienvueltos tipo GS.

#### 4.3.2.2 MATERIALES

Los materiales del cuerpo, tapa y obturador se ajustarán según diámetros y presiones a los que se indican a continuación.

DN (mm)	PN (Atm)	TIPO DE VÁLVULA
80 a 600	10 y 16	Fundición nodular
80 a 600	25-45	Fundición nodular o acero

Las calidades mínimas serán las correspondientes a FGE42-12 UNE-EN-1559 para fundición nodular y a A-42 RA I UNE 36-087 para el acero al carbono. También podrá admitirse el acero inoxidable, en cuyo caso éste sería de calidad mínima F3503, F3504, F3533, F3534 de UNE-EN-10088, correspondientes a AISI 304L, 304, 316 L y 316, respectivamente.

El eje o semi-ejes de la válvula y el eje del reductor serán de acero inoxidable, calidad mínima F3402, F3403, F3404 de UNE-EN-10088.

La caja del reductor será como mínimo, de fundición gris GG25 UNE-EN-1561.

Los cojinetes o casquillos sobre los que pivota el eje serán autolubricados, con material sólido, resiste a la corrosión y con ausencia total de grasas, de bronce de calidad mínima C-7350 UNE 37-10378

El sistema de estanqueidad disco-cuerpo, será de junta de elastómero sobre acero inoxidable, por lo que en los discos o cuerpos que no sean de este material deberá realizarse un sistema de aportación por soldadura, en la zona de estanquidad, con material inoxidable de calidad mínima a la de los aceros F-3533 UNE-EN-10088, estabilizado con Ti ó Nb. El espesor mínimo de esta aportación será de 3 mm.

Las juntas de estanquidad interior disco-cuerpo así como aquellas otras que puedan estar en contacto con el agua en circulación serán de elastómero etileno-propileno (EPDM), por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento. Las restantes podrán ser de caucho acrílico-nitrilo butadieno (NBR) o Neopreno (CR). Asimismo, todos los elastómeros deberán cumplir las características que se determinan en la Norma UNE-EN-681, para las clases de material correspondientes a las durezas 60 o 70, a excepción de la deformación remanente por compresión a deformación constante.

Para cualquier grado de dureza de los señalados anteriormente, dicha deformación remanente no debe de ser superior al 20%, valor que se corresponde con el ensayo 5.4 a 70º C de la Norma UNE-EN-681-96.

El aro de sujeción de la junta de estanquidad interior, cualquiera que sea el sistema de estanquidad, será del mismo material que el obturador o de acero inoxidable, evitándose pares galvánicos y erosiones. Deberá existir un dispositivo de seguridad (o fijación) que impida la aflojadura de los tornillos.

Los pernos o tornillos que unen cuerpo y tapa así como los de las juntas de enlace serán de acero con revestimiento galvánico según DIN 267 y con un tratamiento de cromatado posterior según DIN 50941. La tornillería en contacto con el agua será de acero inoxidable de calidad mínima F3534, X6CrNiMo 17-12-03 AISI 316 según UNE- EN-10088.

La calidad igual o superior de otros materiales distintos de los señalados y que se utilicen en los elementos de las válvulas deberán ser justificados por el fabricante mediante certificado de organismo competente o laboratorio homologado.

#### 4.3.2.3 DIMENSIONALES

##### Longitud de montaje

Se define la longitud de montaje como la distancia entre los dos planos perpendiculares al eje del conducto de la válvula, situados en los extremos del cuerpo.

Se normalizan las siguientes longitudes de montaje

DN	Serie corta	Serie larga
80	114	180
100	127	190
125	140	200
150	140	210
200	152	230
250	165	250
300	178	270
350	190	290
400	216	310
450	222	330
500	229	350
600	267	390

Estas longitudes corresponden a las series básicas de ISO 5752 nº 13 e ISO 5752 nº 14 coincidentes con CEN WG 69 series corta y larga respectivamente para válvulas de doble brida.

Las series a emplear en función de la presión nominal quedan reflejadas en la tabla siguiente:

DN (mm)	PN (Atm)	TIPO DE SERIES
80 a 300	10, 16 y 25	Larga
350 a 600	10	Corta o larga
350 a 600	16 y 25-45	Larga

##### Enlaces a la conducción

Las dimensiones de las bridas de enlace a la conducción, según sea el material del cuerpo, así como la métrica de los tornillos serán conforme a las normas:

PN 10: Cuerpo en fundición nodular; ISO 2531 equivalente a DIN 28604

PN 16: Hasta diámetro 600 mm inclusive: cuerpo en fundición nodular; ISO 2531 equivalente a DIN 28605. Para diámetros superiores a 600 mm, cuerpo en acero fundido, UNE-EN 1092-1 equivalente a DIN 2543.

PN 25- PN-45: Cuerpo en fundición nodular; ISO 2531 equivalente a DIN 28606 cuerpo en acero al carbono; DIN 2544.

Las bridas de tuberías, accesorios y piezas especiales que se acoplan a las de las válvulas deberán ajustarse a las dimensiones y disposición de taladros de las citadas normas, mecanizándose en caso necesario.

El espesor del cuerpo, diámetro de ejes, dimensiones de tapa, aro de sujeción etc, se diseñarán por el fabricante conforme a lo definido en estas normas, y según las condiciones de los materiales empleados, los esfuerzos de ensayo y para las velocidades de flujo indicadas anteriormente.

### 4.3.3 PROTECCIONES

Todo el material de fundición nodular o acero al carbono llevarán una protección anticorrosión interior y exterior a base de una o varias capas de pintura de resina, con un espesor medio no inferior a 200 micras, y ningún valor inferior a 180 micras. En aristas los valores serán superiores a 150 micras.

Las resinas para protección tendrán las siguientes características mínimas:

Adherencia a soporte > 20 kg/cm<sup>2</sup>.

Adherencia entre capas > 20 kg/cm<sup>2</sup>.

Absorción de agua < 5 % en peso.

Resistencia a la abrasión < 0,08 gr. para H-22 (según Taber).

En el caso de aceros, además de las anteriores, se aplicará una capa de imprimación de pintura reactiva para asegurar la adherencia de las capas posteriores.

Cualquiera que sea el sistema de preparación de superficies, éste deberá alcanzar como mínimo el grado SA 2 1/2, según la Norma SIS 055-900.

Para cualquiera de las protecciones citadas, deberá tenerse en cuenta el carácter alimentario para agua potable de los recubrimientos interiores a emplear.

La tornillería de las juntas de enlace se protegerá mediante la colocación en ambos extremos de caperuzas de materia plástica (polietileno o similar).

### 4.3.4 CONTROL DE CALIDAD

Se efectuará el control de calidad que se indica para las válvulas en general en el artículo 4.3.2.3 de estas Prescripciones.

Se entiende por lote, el conjunto de válvulas de iguales características procedentes de las mismas partidas de fabricación de sus elementos y sometidas a los mismos ensayos.

El fabricante entregará a la Dirección de Obra, copia de los registros de resultados de todas las operaciones y ensayos efectuados en cada lote de equipos suministrados, fechados y rubricados

por los técnicos facultativos correspondientes, abarcando todos los apartados y características señaladas anteriormente.

Además de todos los ensayos y pruebas anteriormente indicados, inmediatamente después de terminado el montaje, se realizarán las pruebas en funcionamiento en vacío de todos los mecanismos de accionamiento de los equipos y de las protecciones eléctricas.

#### 4.3.4.1 REFERENCIAS, CERTIFICADOS Y GARANTÍAS

Se actuará según lo indicado en el apartado 4.3.2.3.3 de estas Prescripciones, siendo las referencias mínimas exigibles en la ficha técnica de cada lote las que se indican a continuación:

##### Fabricación:

Código de identificación del lote de fabricación.

Fabricante y modelo de la válvula.

Fecha, de fabricación.

Nº de pedido.

Fecha de expedición.

##### Generales:

Tipo de válvula: Mariposa

Excentricidad: Simple o doble excentricidad

Eje: Único

Diámetro nominal.

Presión nominal.

Sentido de maniobra: Cierre en sentido horario

Reductor: potencia absorbida, factor de servicio.

Actuador.

Accionamiento.

Tiempo de cierre en accionamiento motorizado.

Tipo de enlace: Bridas

Sistema de estanquidad: Sobre obturador

##### Materiales:

Material del cuerpo y tapa.

Material del obturador.

Material del eje.

Material de los cojinetes.

Material de la tornillería.

Material de las juntas.

##### Dimensionales:

Longitud de montaje.

Dimensiones

Protecciones:

Protección de la fundición

Protección del acero.

Protección de la tornillería

Protección del reductor

Protección del actuador

Pruebas:

Ensayos y pruebas a que ha sido sometida.

Garantías:

Período de garantía contra defecto de fábrica y funcionamiento.

Asimismo, se entregará el manual de explotación y mantenimiento correspondiente de cada lote de válvula suministrado. En dicho manual deberá incluirse el procedimiento de embalaje.

#### 4.3.5 RECEPCIÓN

Las válvulas deberán enviarse limpias, en posición ligeramente abierta. Todos los elementos irán bien protegidos y los orificios tapados, mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extraños que pudieran perjudicar la válvula o su higiene.

Es obligación del fabricante el correcto embalaje y carga de las válvulas. El embalaje ha de garantizar que las válvulas no sufran en el transporte ningún tipo de golpe, debiendo evitarse roces en la pintura y esfuerzos superiores a los que la válvula ha de soportar. Es preciso extremar las precauciones en el caso de que la válvula lleve acoplado un mecanismo externo de accionamiento manual o mecánico. El embalaje deberá impedir la maniobra de las válvulas durante el transporte. El fabricante ha de justificar estos extremos.

La recepción puede realizarse en fábrica o en los almacenes del receptor. En el primer caso se puede acordar la realización de los ensayos de contraste en el mismo banco que utiliza la fábrica. En el otro caso el fabricante puede desear nombrar un representante que presencie las pruebas y, para ello, se le debe comunicar con antelación el lugar y la fecha de las mismas.

En el momento de la recepción, se ha de comprobar que las válvulas corresponden al modelo y a las características señaladas en el pedido. Se contrastarán todas las válvulas con sus certificados de calidad y en el caso de que así se haya acordado, se separará y marcarán las válvulas para los ensayos de contraste de recepción.

#### 4.3.6 MEDICIÓN Y ABONO

Las válvulas de mariposa se medirán y abonarán por el número de unidades realmente montadas en obra, a las cuales se aplicará el precio correspondiente de los incluidos en el Cuadro de Precio nº 1, según el diámetro y presión nominal.

Dentro de este precio está incluido la adquisición, transporte montaje y pruebas en taller y obra, bridas, juntas y uniones, y el accionamiento eléctrico en las que son motorizadas, así como los elementos metálicos de sustentación, anclaje y apoyo

Las distintas Unidades se abonarán a los precios indicados en el Cuadro de Precios Nº 1, para los distintos timbrajes.

## 4.4 VÁLVULAS DE COMPUERTA

### 4.4.1 DESCRIPCIÓN

Se refiere este artículo a las válvulas de compuerta a instalar tanto en las conducciones como en los depósitos e impulsiones. Se prevé su utilización en las obras de los desagües del Ramal y en el desagüe de fondo del depósito de cola. Las válvulas de compuerta funcionarán en dos posiciones básicas: abierta o cerrada. Las posiciones intermedias adquieren un carácter de provisionalidad.

Las válvulas de compuerta se utilizarán en diámetros medianos y siempre que no deban actuar con apertura parcial. Asimismo, se pueden utilizar como válvulas adicionales de seguridad en paralelo con otra de otro tipo y en instalaciones que requieran paso total.

Los diámetros nominales se ajustarán a la Norma Une 19.003 y las presiones nominales se definirán conforme a la Norma Une 19.002.

El enlace de las válvulas con la tubería en que van instaladas será mediante bridas, debiendo cumplir lo especificado en las Normas Une 19.152 a 19.155 ambas inclusive y la 19.159.

#### 4.4.1.1 ELEMENTOS DE QUE CONSTA

La válvula de compuerta de diseño habitual es la de accionamiento por giro roscado único.

Los elementos principales de las válvulas de compuerta son: cuerpo, tapa, obturador, eje, tuerca, enlace a la conducción, juntas de estanquidad, y dispositivo de accionamiento externo.

##### CUERPO:

Es la parte de la válvula que proporciona la continuidad de la conducción, uniéndose a ésta por dos elementos de enlace.

##### TAPA:

El cuerpo está abierto por su parte superior por donde se cubre con la tapa. Esta se une a aquel posteriormente a la instalación del obturador.

##### OBTURADOR:

Es el elemento que en su movimiento ascendente-descendente permite o impide el paso del fluido. Debe ser guiado por el eje y por una superficie adecuada del cuerpo, al que se ha de amoldar para el cierre.

##### Guiado:

Se puede realizar mediante machihembrado del cuerpo y el obturador o por simple apoyo de éste en aquél en una superficie preparada por diseño para esto, debiendo contar con un cierto basculamiento.

##### Cierre:

Se debe producir por el contacto entre las superficies del cuerpo y el obturador. La hermeticidad se obtiene por la adecuación de las superficies metálicas o por la interposición de un elemento elástico, en general elastómero. Este elastómero en las válvulas de cierre elástico recubre la superficie exterior del obturador y permite que la válvula en su parte inferior sea continuación de la tubular.

#### TUERCA:

Es el elemento rosca hembra sujeto al obturador al que va ligada mecánicamente teniendo impedido su giro y su desplazamiento en el sentido de su recorrido.

#### EJE:

El eje de maniobra va roscado y atornillado a la tuerca en su parte inferior. El obturador es atravesado por este eje que al girar hace que la tuerca se desplace longitudinalmente al tener coartados otros movimientos. El eje se dispone paralelo al sentido de cierre, y está ligado a la tapa teniendo impedido cualquier movimiento salvo el giro y un leve basculamiento.

Los elementos, collarines de empuje, que ligan al eje con la tapa impidiendo su desplazamiento, se disponen de tal forma que entre éste y la tapa se establezca la fricción debida al esfuerzo de apertura y cierre. Pueden considerarse como parte independiente de la tapa y, fundamentalmente, tienen tres funciones:

- Impedir el movimiento de eje en su sentido longitudinal
- Establecer un correcto rozamiento en el giro
- Crear un punto de apoyo basculante en el guiado.

#### ENLACES A LA CONDUCCIÓN:

Los elementos de enlace a la conducción aseguran la continuidad hidráulica y mecánica de ésta.

Solo se tendrá en cuenta en estas normas los enlaces mediante juntas de bridas a ambos extremos independientes entre sí (autorresistentes)

#### JUNTAS:

Son dispositivos de estanquidad que deben garantizar el funcionamiento hermético de la válvula de cara al exterior en cualquier posición de ésta.

#### Tapa-cuerpo:

Es una junta perimetral de tipo elástico, que debe estar alojada. Eje-tapa

Existe una zona de estanquidad sometida a fricción que debe tener su alojamiento propio para garantizar su montaje y su comportamiento activo.

Asimismo, puede haber una junta elástica, en general tórica, alojada en un rebaje, entre la tapa y un elemento de guiado.

Las juntas eje-tapa se protegerán con un cubrejuntas.

#### Junta de los enlaces:

Será del mismo tipo que la de la conducción.

#### ACTUADOR

El actuador aplicado al eje es muy variado, debiendo transmitir un giro a éste. Va desde la simple capucha aclopada al eje, pasando por el volante y el reductor hasta sistemas de accionamiento motorizado.

### 4.4.2 CARACTERÍSTICAS

#### 4.4.2.1 DE DISEÑO

La geometría del cuerpo de la válvula será tal que asegure un buen guiado del obturador, limitando el deterioro del mismo. El cuerpo de la válvula permitirá desmontar y retirar el obturador sin necesidad de levantar aquel de la instalación, siendo posible también sustituir los elementos de estanquidad eje- tapa, o restablecer la impermeabilidad, con la conducción bajo presión, sin necesidad de desmontar el cuerpo, ni el obturador, y en la posición de apertura total de la válvula.

Para PN 10, 16 y 25, 45 atm, el obturador, fabricado en fundición nodular, estará exteriormente recubierto de elastómero con purga de fondo. El cuerpo no llevará acanaladura en su parte inferior.

El cierre de la válvula se realizará mediante giro de la cabeza el husillo o eje en el sentido de las agujas del reloj, consiguiéndose la estanquidad mediante la compresión del obturador con el perímetro interno del cuerpo.

El husillo girará y penetrará de manera recta y uniforme y funcionará correcta y suavemente, de acuerdo con los esfuerzos en la apertura y cierre de la válvula.

El roscado del husillo en la zona de maniobra será mecanizado o forjado de forma trapecial y en una longitud suficiente para asegurar que los obturadores puedan elevarse hasta conseguir el paso directo: es decir, dejando libre, en posición abierta, la totalidad de la sección de paso del fluido. Cuando el obturador esté totalmente levantado, se admitirá una reducción de sección tal que la sección de paso sea en todo punto superior al 90% de la sección correspondiente al diámetro nominal de la válvula, no permitiéndose que existan aristas ni resaltos.

La cabeza o corona del husillo donde se aplica el elemento de maniobra, formará una sola pieza con el resto del husillo. Se rebajará y mecanizará de forma que la parte superior resulte de sección cuadrada para recibir el elemento de maniobra.

El cuerpo estará abierto por la parte superior, cubriéndose mediante una tapa del mismo material que el indicado para el cuerpo, disponiéndose entre ambos una junta de material elastomérico. En el caso que la tapa se una al cuerpo mediante tornillos éstos serán de acero cadmiado.

El obturador debe ser guiado por el eje y por una superficie adecuada del cuerpo, al que se ha de amoldar para lograr el cierre. El guiado se podrá realizar mediante machiembado del cuerpo y el obturador o por simple apoyo de éste en aquel en una superficie especialmente diseñada para este fin, debiendo contar en este caso con un cierto basculamiento. EL cierre se debe producir mediante el contacto entre las superficies del cuerpo y del obturador.

Los collarines de empuje como la tuerca o elemento de unión entre el obturador y el husillo, en el que gira éste, serán de aleación de cobre de alta resistencia.

Las juntas existentes entre las diversas partes de las válvulas, serán de material apropiado para resistir las pruebas que se especifican en este artículo, y sin que en ningún momento puedan alterar la calidad del agua.

Las juntas de estanquidad, eje-tapa y tapa-cuerpo, serán de elastómero.

Los elementos de maniobra, volante, caperuza y llave en té, serán de fundición nodular.

#### 4.4.2.2 MATERIALES

Los materiales a emplear en los distintos elementos que componen las válvulas, deberán cumplir como mínimo, las características de resistencia mecánica, resistencia a la corrosión, temperatura, durabilidad, que correspondan a las designaciones siguientes:

Fundición nodular

FGE 42-12 ó FGE 50-7 Según UNE-EN-1559

GGG 40 ó GGG 50 Según DIN 1693

Acero fundido

AM 45gr. Según UNE-EN 10293

A-261 Gr. WCB Según ASTM

Acero inoxidable

Husillo (PN 10,16 y 25)

F 3401 X12Cr13 AISI 420 Según UNE-EN-10088

F 3402 X20Cr13 AISI 420 Según UNE-EN-10088

F 3403 X30Cr13 AISI 420 Según UNE-EN-10088

Aleaciones de cobre

Forjados: Series 66XX y 73XX Según UNE-EN 12165

Moldeados: Series 26XX y 35XX Según UNE-EN 1982

Elastómeros

Caucho nitrílico (NBR)

Etileno-propileno (EPDM)

Neopreno (CR)

Los elastómeros en contacto con el agua de circulación serán de etileno-propileno por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento. Todos los elastómeros deberán cumplir las características que se indican en la Norma UNE-EN-681 para las clases de material correspondientes a las durezas 60 ó 70.

Cuando por circunstancias especiales, el Contratista considere conveniente emplear materiales diferentes a los anteriormente indicados, éste deberá justificar los motivos de su modificación y acompañar la Norma que corresponde al nuevo material, la que, como mínimo deberá contener la composición química y las características mecánicas. La Dirección de Obra podrá exigir la presentación de los datos complementarios que estime necesario para su información y, en consecuencia, proceder a la aceptación o rechazo del material propuesto por el Contratista.

#### 4.4.2.3 DIMENSIONES

Longitud de montaje

Para las válvulas cuya unión a la instalación se realice mediante juntas de brida, la longitud de montaje será la distancia entre los dos planos perpendiculares al eje de la conducción de la válvula situados en los finales del cuerpo.

Se normalizarán las siguientes longitudes de montaje según las series básicas de la norma ISO-5752.

LONGITUDES DE MONTAJE (mm)

DN (mm)	PN 10/16	
Serie básica ISO 5752	4	15

100	190	300
200	230	400
300	270	500

#### Altura de montaje

Se entiende por altura de montaje la distancia existente entre el eje del orificio o tubular de paso hasta el extremo del husillo, considerando éste como la parte superior de la sección cuadrada que recibe el volante o caperuza del mecanismo, siendo los valores máximos los que indican a continuación.

DN (mm)	PN 10/16	
	14	15
100	190	300
200	230	400
300	270	500

#### Enlaces a la conducción

Las dimensiones de las bridas de enlace a la conducción según sea el material del cuerpo, así como la métrica de los tornillos serán conforme a las Normas.

PN 10: Cuerpo en fundición nodular; ISO 2531, equivalente a DIN 28604 PN 16: Cuerpo en fundición nodular; ISO 2531, equivalente a DIN 28605

Las bridas de tubería accesorios y piezas especiales que se acoplan a las válvulas, deberán ajustarse a las dimensiones de los taladros de las citadas normas mecanizándose en caso necesario.

#### 4.4.3 PROTECCIONES

Todo material de fundición nodular o acero al carbono llevarán una protección anti-corrosión interior y exterior a base de una o varias capas de pintura epoxi- poliamida, con un espesor total no inferior a 250 micras.

Exteriormente se añadirán un esmalte de acabado de espesor mínimo de 50 micras y color según especificaciones de pedido.

En el caso de acero, además de las anteriores, se aplicará una capa de imprimación de pintura reactiva para asegurar la adherencia de las capas posteriores.

Cualquiera que sea el sistema de preparación de superficies, este deberá alcanzar como mínimo el grado SA 21/2, según la Norma SIS 055-900.

Para cualquiera de las protecciones citadas, deberá tenerse en cuenta el carácter alimentario para agua potable de los recubrimientos interiores a emplear.

La tornillería de acero inoxidable de las juntas de enlace se protegerá mediante la colocación en ambos extremos de caperuzas de materia plástica (polietileno o similar).

#### 4.4.4 CONTROL DE CALIDAD

Se efectuará el control de calidad que se indica para las válvulas en general en el artículo 4.3.2.3 de estas Prescripciones.

Se entiende por lote, el conjunto de válvulas de iguales características procedentes de las mismas partidas de fabricación de sus elementos y sometidas a los mismos ensayos.

El fabricante entregará a la Dirección de Obra, copia de los registros de resultados de todas las operaciones y ensayos efectuados en cada lote de equipos suministrados, fechados y rubricados por los técnicos facultativos correspondientes, abarcando todos los apartados y características señaladas anteriormente.

Además de todos los ensayos y pruebas anteriormente indicados, inmediatamente después de terminado el montaje, se realizarán las pruebas en funcionamiento en vacío de todos los mecanismos de accionamiento de los equipos y de las protecciones eléctricas.

#### 4.4.4.1 REFERENCIAS, CERTIFICADOS Y GARANTÍAS

Se actuará según lo indicado en el apartado 4.3. de estas Prescripciones, siendo las referencias mínimas exigibles en la ficha técnica de cada lote las que se indican a continuación:

##### Fabricación:

Código de identificación del lote de fabricación Fabricante y modelo de la válvula

Fecha de fabricación Nº de pedido

Fecha de expedición

##### Generales:

Tipo de válvula: Compuerta Diámetro nominal

Presión nominal

Sentido de maniobra: cierre en sentido horario Accionamiento

Tipo de asiento: elástico Tipo de enlace: Bridas

##### Materiales:

Material del cuerpo y tapa Material del obturador Material del husillo

Material de la tuerca y de los collarines de empuje Material de la tornillería

Material de las juntas Dimensionales:

Longitud de montaje

Altura de montaje Protecciones

Protección de la fundición Protección del acero Protección de la tornillería

##### Pruebas:

Ensayos y pruebas a los que ha sido sometida Garantías

Periodo de garantía contra defecto de fábrica y funcionamiento

Asimismo, se entregará el manual de explotación y mantenimiento correspondiente de cada lote de válvulas suministrado. En dicho manual deberá incluirse el procedimiento de embalaje.

#### 4.4.5 RECEPCIÓN

Las válvulas deberán enviarse limpias, en posición abierta en caso de asiento elástico y cerrada en el de metal-metal. Todos los elementos irán bien protegidos y los orificios tapados, mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extraños que pudieran perjudicar la válvula o su higiene.

Es obligación del fabricante el correcto embalaje y carga de las válvulas. El embalaje ha de garantizar que las válvulas no sufran en el transporte ningún tipo de golpe, debiendo evitarse roces en la pintura y esfuerzos superiores a los que la válvula ha de soportar. Es preciso extremar las precauciones en el caso de que la válvula lleve acoplado un mecanismo externo de accionamiento manual o mecánico. El embalaje deberá impedir la maniobra de las válvulas durante el transporte. El fabricante ha de justificar estos extremos.

La recepción puede realizarse en fábrica o en los almacenes del receptor. En el primer caso se puede acordar la realización de los ensayos de contraste en el mismo banco que utiliza la fábrica. En el otro caso el fabricante puede desear nombrar un representante que presencie las pruebas y, para ello, se le debe comunicar con antelación el lugar y la fecha de las mismas.

En el momento de la recepción, se ha de comprobar que las válvulas corresponden al modelo y a las características señaladas en el pedido. Se contrastarán todas las válvulas con sus certificados de calidad y en el caso de que así se haya acordado, se separará y marcarán las válvulas para los ensayos de contraste de recepción.

#### 4.4.6 MEDICIÓN Y ABONO

Las válvulas de compuerta se medirán y abonarán por el número de unidades realmente montadas en obra a las cuales se les aplicará el precio correspondiente de los incluidos en el Cuadro de Precios nº 1, según el diámetro y presión nominal.

Dentro de este precio, está incluida la adquisición, transporte, montaje y pruebas en taller y en obra, bridas, juntas y uniones, así como los elementos metálicos de sustentación anclaje y apoyo.

Se abonarán al precio incluido para esta Unidad en los Cuadros de Precios Nº 1.

### 4.5 VÁLVULAS HIDRÁULICAS DE SOBREVELOCIDAD (ANTIRROTURA)

#### 4.5.1 DESCRIPCIÓN

Las válvulas hidráulicas de control de velocidad tendrán forma de “Y” o Globo, comandadas por piloto, con orden de cierre y bloqueo, al rebasar el caudal máximo de tarado.

#### 4.5.2 CARACTERÍSTICAS

##### 4.5.2.1 DE DISEÑO

Las válvulas hidráulicas, tendrán cuerpo y tapa de fundición nodular, serán de doble cámara con diafragma de tipo asiento plano semirrígido en elastómero y muelle de acero inoxidable 302, accionadas eléctricamente mediante solenoide tipo latch. Comandada por piloto de 3 vías, tarado para una velocidad máxima (caudal máximo), con orden de cierre y bloqueo, automático de emergencia, al rebasar el caudal de tarado.

El diafragma será de asiento plano, removible sin sacar la válvula de línea.

Los diámetros nominales se ajustarán a la Norma UNE-EN ISO 6708 y las presiones nominales se definirán conforme a la Norma UNE-EN 1333.

El enlace de las válvulas con la tubería en que van instaladas será mediante bridas, debiendo cumplir lo especificado en la Norma UNE-EN 1092-2.

#### 4.5.2.2 MATERIALES

Los materiales a emplear en los distintos elementos que componen las válvulas deberán cumplir como mínimo, las características de resistencia mecánica, resistencia a la corrosión, temperatura, durabilidad, que correspondan a las designaciones y normativas siguientes:

Cuerpo y tapa Fundición nodular

Diafragma Caucho natural reforzado NR Muelle acero inoxidable AISI 302

Alojamiento del muelle Latón

Racorería broce o acero inoxidable Tornillería exterior: acero enchapado con zic-cobalto

Solenoides latch 12 V CC, grado de protección IP68

Elastómeros Caucho nitrílico (NBR)

Pilotos reguladores acero inoxidable y bronce

Cuerpo en fundición nodular; ISO 2531, equivalente a DIN 28605 PH-16 Válvulas volumétricas: ISO 7714:2018

ISO 5208 para ensayos sobre cuerpo y asiento de válvula.

Todas las piezas llevaran la marca de fábrica, diámetro nominal y presión normalizada.

#### 4.5.3 PROTECCIONES

Todo material de fundición nodular o acero al carbono llevarán una protección anti-corrosión interior y exterior a base de poliéster, con un espesor total no inferior a 250 micras.

Cualquiera que sea el sistema de preparación de superficies, este deberá alcanzar como mínimo el grado SA 21/2, según la Norma SIS 055-900.

#### 4.5.4 CONTROL DE CALIDAD

Se efectuará el control de calidad que se indica para las válvulas en general en el artículo 4.3. de estas Prescripciones.

Se entiende por lote, el conjunto de válvulas de iguales características procedentes de las mismas partidas de fabricación de sus elementos y sometidas a los mismos ensayos.

El fabricante entregará a la Dirección de Obra, copia de los registros de resultados de todas las operaciones y ensayos efectuados en cada lote de equipos suministrados, fechados y rubricados por los técnicos facultativos correspondientes, abarcando todos los apartados y características señaladas anteriormente.

##### 4.5.4.1 REFERENCIAS, CERTIFICADOS Y GARANTÍAS

Se actuará según lo indicado en el apartado 4.3. de estas Prescripciones, siendo las referencias mínimas exigibles en la ficha técnica de cada lote las que se indican a continuación:

Fabricación:

Código de identificación del lote de fabricación Fabricante y modelo de la válvula

Fecha de fabricación Nº de pedido

Fecha de expedición

Generales:

Tipo de válvula: hidráulica Diámetro nominal

Presión nominal

Tipo de enlace:

Bridas

Materiales:

Material del cuerpo y tapa

Material del diafragma

Material del piloto

Material de la tornillería

Material de las juntas

Protección de la tornillería

Pruebas:

Ensayos y pruebas a los que ha sido sometida Garantías

Periodo de garantía contra defecto de fábrica y funcionamiento

Asimismo, se entregará el manual de explotación y mantenimiento correspondiente de cada lote de válvulas suministrado. En dicho manual deberá incluirse el procedimiento de embalaje.

#### 4.5.5 RECEPCIÓN

Las válvulas deberán enviarse limpias, todos los elementos irán bien protegidos y los orificios tapados, mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extraños que pudieran perjudicar la válvula o su higiene.

Es obligación del fabricante el correcto embalaje y carga de las válvulas. El embalaje ha de garantizar que las válvulas no sufran en el transporte ningún tipo de golpe, debiendo evitarse roces en la pintura y esfuerzos superiores a los que la válvula ha de soportar. Es preciso extremar las precauciones en el caso de que la válvula lleve acoplado un mecanismo externo de accionamiento manual o mecánico. El embalaje deberá impedir la maniobra de las válvulas durante el transporte. El fabricante ha de justificar estos extremos.

En el momento de la recepción, se ha de comprobar que las válvulas corresponden al modelo y a las características señaladas en el pedido. Se contrastarán todas las válvulas con sus certificados de calidad y en el caso de que así se haya acordado, se separará y marcarán las válvulas para los ensayos de contraste de recepción.

#### 4.5.6 MEDICIÓN Y ABONO

Las válvulas hidráulicas se medirán y abonarán por el número de unidades realmente montadas en obra a las cuales se les aplicará el precio correspondiente de los incluidos en el Cuadro de Precios nº 1, según el diámetro y presión nominal.

Dentro de este precio, está incluida la adquisición, transporte, montaje y pruebas en taller y en obra, bridas, juntas y uniones, así como los elementos metálicos de sustentación anclaje y apoyo.

#### 4.6 VÁLVULAS DE AIREACIÓN

Dentro de este artículo se especifican las características que han de cumplir las válvulas de aireación que se proyectan e instalan en la conducción objeto del presente Proyecto.

Los elementos de las válvulas de aireación han de responder a las principales funciones siguientes:

- Evacuación de aire en el llenado o puesta en servicio de la conducción
- Admisión de aire, en evitación de la depresión o vacío, en operaciones de vaciado o rotura de la conducción.
- Eliminación de las bolsas o burbujas de aire de la conducción, con ésta en servicio y en periodo de explotación

Estas tres funciones se realizan a través de los orificios de aireación existentes en las válvulas.

Según las funciones que anteriormente se han enumerado se distinguen los siguientes tipos de válvulas de aireación:

**Ventosas trifuncionales:** Son aquellas válvulas que permiten de una forma automática la entrada y expulsión de aire durante las operaciones de vaciado y llenado de la conducción, así como bajo presión, una vez en servicio.

**Purgadores:** Son aquellas válvulas cuya misión fundamental es la eliminación de las bolsas o burbujas de aire que se producen durante la explotación.

A continuación, se indican las características que deben cumplir cada uno de estos equipos.

##### 4.6.1 VENTOSAS TRIFUNCIONALES

Permitirán de forma automática la entrada y expulsión de aire durante las operaciones de llenado y vaciado de la tubería, así como bajo presión, una vez en servicio.

Su funcionamiento será a base de un único flotador con dos escalones de operación. El flotador será de forma cilíndrica, rematado por dos superficies cónicas y fabricado en acero inoxidable. El movimiento de ascenso-descenso del flotador estará limitado por una jaula, anclada al cuerpo de la ventosa, que impida el acodamiento del flotador y su atoramiento.

Deberá ir provistas de un dispositivo tal que, al llenar la tubería con el caudal máximo previsto, la velocidad del aire que es expulsado por la ventosa, no cierre la misma por elevación del flotador, lo que únicamente debe ocurrir cuando esté totalmente llena de agua la tubería y expulsado todo el aire.

Su instalación en la conducción se hará a través de una válvula mariposa de cierre que permita aislar la ventosa de la conducción, permitiendo su reparación o sustitución sin necesidad de interrumpir el funcionamiento del abastecimiento y sin ocasionar pérdidas de agua.

Estarán dotadas de un dispositivo de purga tipo purgador sónico, con el fin de permitir la expulsión de pequeñas cantidades de aire que se encuentren en el interior de la tubería, de forma que no se produzca un efecto de golpe de ariete al expulsar éstas.

El cuerpo de la ventosa llevará una purga manual con objeto de permitir, cerrando la válvula que la aísla de la conducción y abriendo dicha purga, que la ventosa quede sin presión y en la misma posición inicial que tenía antes de llenar de agua la tubería.

Su dimensionamiento se hará en base a las necesidades de entrada de aire en la conducción, en función del pésimo punto de rotura de la tubería con relación a la posición de la ventosa, admitiendo como valor máximo una depresión en la conducción de dos (2) metros de columna de agua.

#### 4.6.2 PURGADORES SÓNICOS

Permitirán de forma automática, la expulsión de aire durante el llenado y bajo presión durante el servicio de la conducción.

Su funcionamiento será en base a un único flotador que accionará el dispositivo de cierre, permitiendo la salida del aire acumulado en el cuerpo del purgador a una velocidad máxima de doscientos metros por segundo (200 m/s), independientemente de la presión de trabajo, de forma que se evite el golpe de ariete en la conducción.

El flotador tendrá forma cilíndrica, rematada por dos casquetes esféricos o elipsoidales y estará fabricado en acero inoxidable. Para evitar el acodamiento del flotador, deberá estar dotado de unos elementos que garanticen la imposibilidad de que esto ocurra, tipo aletas guía del flotador o cualquier otro sistema, dispuesto en el cuerpo de purgador.

#### 4.6.3 MATERIALES

Los materiales de los diversos componentes de las válvulas de aireación cuya instalación se contempla en este artículo son los que se determinan a continuación.

El cuerpo y la tapa serán de fundición nodular, acero al carbono o acero inoxidable.

Las bridas autorresistentes serán de fundición nodular, acero al carbono o acero inoxidable.

El material del flotador en contacto con el agua cualquiera que sea su estructura, será inalterable en este medio, al aire y al ciclo aire-agua; igualmente será impermeable y carecer de deformación remanente alguna a las presiones de prueba. En cualquier caso, la estanquidad de los orificios de aeración será de elastómetro con acero inoxidable.

Las guías y los mecanismos articulados del sistema de evacuación y admisión de aire estarán contruidos con materiales inalterables a la humedad, al cloro y al ozono.

Las calidades de los materiales ya reseñados serán, como mínimo, las que corresponden a las designaciones siguientes:

Fundición nodular:

UNE-EN-1559 FGE 42-12 ó FGE 50-7

DIN 1693 GGG 40 6 GGG 50

Acero fundido al carbono UNE-EN 10293 AM 45 gr.b ASTM A-216 Gr WCB

Acero inoxidable

UNE-EN-10088 F 3504 X5CRNi 18-10 AISI304

UNE-EN-10088 F 3503 X2CRNi 18-10 AISI304L

UNE-EN-10088 F 3534 X6CRNiMo 17-12-03 AISI316

UNE-EN-10088 F 3533 X2CRNiMo 17-12-03 AISI316L

Aleaciones de cobre

Forjados: UNE-EN 12165 series 66XX y 73XX Moldeados: UNE-EN 1982 series 26XX y 35XX

En las soldaduras entre acero inoxidable y otros materiales se utilizarán procedimientos de soldadura que eviten pares galvánicos y en el caso de soldaduras entre aceros inoxidables, se utilizarán los de bajo contenido en carbono.

Las resinas para protección tendrán las siguientes características mínimas: Adherencia a soporte > 20 kg/cm<sup>2</sup>.

Adherencia entre capas > 20 kg/cm<sup>2</sup>.

Absorción de agua < 5 % en peso.

Resistencia a la abrasión < 0,08 gr. para H-22 (según Taber).

Los elastómeros de estanquidad serán de etileno-propileno (EPDM).

Los pernos y tornillos que unen cuerpo y tapa, así como los de la junta de enlace serán de acero con revestimiento galvánico según DIN 267 y con un tratamiento de cromatado posterior según DIN 50941. La tornillería en contacto con el agua será de acero inoxidable de calidad mínima F3534, X6CrNiMo 17-12-03 AISI316 según UNE-EN 10088.

#### 4.6.4 PROTECCIONES

Todo el material de fundición y acero de carbono del cuerpo y tapa llevará una protección anti-corrosión interior y exterior a base de una o varias capas de pintura epoxi-poliamida, con un espesor total no inferior a 200 micras.

Cualquiera que sea el sistema de preparación de superficies, éste deberá alcanzar como mínimo el grado SA 21/2, según la norma SIS 055-900.

Para la protección citada, deberá tenerse en cuenta el carácter alimentario para agua potable del recubrimiento a emplear.

La tornillería de la junta de brida de enlace a la instalación, se protegerá mediante la colocación en ambos extremos de caperuzas de materia plástica (polietileno o similar).

#### 4.6.5 CONTROL DE CALIDAD

##### 4.6.5.1 CONTROL EN TALLER

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes de las válvulas deberá estar sujeto a un estricto y documentado proceso de autocontrol que garantice la calidad del producto suministrado.

El fabricante deberá entregar a la Dirección de Obra el manual de organización, equipos, medios y procedimientos de autocontrol, cuya idoneidad y cumplimiento deberá ser certificado por organismo competente o empresa de control de calidad, independiente del fabricante, oficialmente autorizada.

La presentación del Certificado de Registro de Empresa, acorde con la Norma UNE-EN ISO 9001 o equivalente, eximirá al suministrador del cumplimiento del anterior requisito.

En el manual de control de calidad deberán señalarse las normas oficiales de ensayos que se apliquen, o en otro caso incluirse la descripción detallada de los procesos y medios de ensayo utilizados.

El proceso de autocontrol abarcará al menos los apartados siguientes:

#### Materiales:

Composición química.

Estructura molecular.

Características mecánicas.

Tratamientos térmicos.

Otras características.

#### Fabricación:

Dimensiones, tolerancias y paralelismo.

Soldaduras.

Acabado de superficies.

Comportamiento mecánico.

#### Protecciones:

Composición química.

Preparación de superficies y espesores.

Comportamiento mecánico.

Comportamiento químico y alimentabilidad para agua potable.

#### Equipos

Pruebas mecánicas

Pruebas hidráulicas

#### **4.6.5.2 PRUEBAS DEL EQUIPO**

Deberán comprobarse y registrarse documentalmente, al menos, todas y cada una de las características de diseño, de los materiales y de las protecciones que se señalan en estas Prescripciones.

El fabricante entregará a la Dirección de Obra copia de los certificados de prueba de idoneidad de cada modelo, diámetro y timbraje a suministrar incluyendo:

Prueba del cuerpo: Con la válvula completamente cerrada (flotador en posición de cerrado) se comprobará el comportamiento mecánico y la estanquidad exterior sometiendo la válvula a una presión de trabajo interior de 1,5 veces la presión nominal. Durante la prueba no se evidenciará deformación ni fuga alguna. La duración de ésta será de 1 minuto para la válvula de  $\varnothing < 200$  mm y de 3 minutos para las válvulas de  $\varnothing > 200$  mm.

Prueba del asiento en la válvula de evacuación de aire: Con la válvula abierta a la atmósfera se probará a la presión manométrica mínima de 1,38 kg/cm<sup>2</sup> y a una presión máxima de 1,5 veces la presión nominal. Una vez que el movimiento ascendente del flotador produzca el cierre de la salida a la atmósfera, adquirida la presión máxima de prueba, no existirá fuga alguna.

Después de la prueba anterior, la válvula se abrirá y cerrará tres (3) veces utilizando agua a una presión de 1,38 kg/cm<sup>2</sup> para activar el flotador y el mecanismo del flotador. En cada prueba no existirá fuga alguna.

Prueba del asiento de las ventosas trifuncionales: Cada ventosa en la posición de abierta hacia la atmósfera se probará a una presión mínima de 1,38 kg/cm<sup>2</sup> y máxima de 1,5 veces la presión nominal. La duración será la suficiente para permitir el examen visual de fuga.

La prueba de baja presión se repetirá cuatro (4) veces con el flotador girado 90° cada vez. No deben existir fuga ni deformación alguna.

En las pruebas descritas, los flotadores huecos deberán pesarse antes y después de ellas, para verificar su estanquidad.

Prueba de capacidad: Se realizarán las pruebas de capacidad de aireación de cada tipo de válvula, para cada una de las funciones, obteniéndose las curvas correspondientes a las prestaciones de cada diámetro y orificios de aireación correspondientes.

#### 4.6.5.3 REFERENCIAS, CERTIFICADOS Y GARANTÍAS

Se entiende por lote el conjunto de válvulas de iguales características procedentes de las mismas partidas de fabricación de sus elementos y sometidas a los mismos ensayos.

Cada lote de válvulas suministradas por el fabricante, deberá ser remitido junto con una ficha técnica en la que se haga referencia a las características de diseño, materiales, dimensionales, de protecciones, de fabricación, de expedición, durabilidad, garantía y otros.

Las referencias mínimas exigibles en la ficha técnica de cada lote deberán ser:

##### Fabricación:

Código de identificación del lote de fabricación. Fabricante y modelo de la válvula.

Fecha de fabricación.

Nº de pedido.

Fecha de expedición.

##### Generales:

Tipo de válvula: aireación Diámetro nominal.

Presión nominal. Tipo de enlace: brida

Sistema de estanquidad.

##### Materiales:

Material del cuerpo y tapa. Material del flotador.

Material de la tornillería.

Otros materiales según elementos de diseño.

##### Dimensionales:

Altura de montaje.

Diámetro del orificio de aireación. Diámetro del orificio de purga en servicio.

##### Protecciones:

Protección de la fundición. Protección del acero.

Protección de la tornillería. Otras protecciones

##### Pruebas:

Ensayos y pruebas a que ha sido sometida. Caudales de admisión y evacuación de aire.

### Garantías:

Período de garantía contra defecto de fábrica y funcionamiento

Por cada lote de fabricación se exigirán los siguientes certificados y garantías ensayos y pruebas referidas anteriormente.

composición química de materiales (fundiciones, aceros, elastómeros, grasas de montaje y otros).

características mecánicas. procedimientos de pintado y protección.

certificación de control de calidad realizado por una empresa independiente y oficialmente autorizada.

período de garantía, alcance y condiciones. seguro de responsabilidad civil.

Estos certificados deberán ir firmados por el responsable del control de calidad del fabricante.

Asimismo, se entregará el manual de explotación y mantenimiento correspondiente con cada lote de válvula suministrado. En dicho manual deberá incluirse el procedimiento de embalaje.

#### **4.6.5.4 MARCADO**

Toda válvula deberá estar marcada de forma claramente legible conforme a lo dispuesto en el presente apartado.

En las válvulas cuyo cuerpo sea de fundición nodular, se marcarán mediante grabado en altorrelieve, las siguientes características:

Diámetro nominal: se expresará mediante el símbolo DN seguido por su valor correspondiente expresado en mm.

Presión nominal: se expresará mediante el símbolo PN seguido por su valor correspondiente expresado en bar.

Material del cuerpo: se especificará la abreviatura correspondiente al material empleado seguido por las siglas de la Norma que emplee dicha abreviatura, por ejemplo: FGE 4212 UNE.

Identificación del fabricante.

Asimismo, se señalará de forma indeleble, sobre el cuerpo o tapa, las siguientes características:

- el modelo de la válvula
- el año de fabricación

Este mismo sistema se adoptará para el marcado de características en caso de cuerpos de acero.

#### **4.6.6 RECEPCIÓN**

Los distintos equipos deberán enviarse limpios. Todos los elementos irán bien protegidos y los orificios externos tapados, mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extraños que pudieran perjudicar el equipo o su higiene.

Es obligación del fabricante el correcto embalaje y carga de los equipos. El embalaje ha de garantizar que no sufran en el transporte ningún tipo de golpe, debiendo evitarse roces en la pintura y esfuerzos superiores a los que el equipo ha de soportar.

La recepción puede realizarse en fábrica o en los almacenes del receptor. En el primer caso se puede acordar la realización de los ensayos de contraste en el mismo banco que utiliza la fábrica. En el otro caso el fabricante puede desear nombrar un representante que presencie las pruebas y, para ello, se le debe comunicar con antelación el lugar y la fecha de las mismas.

En el momento de la recepción, se ha de comprobar que los equipos corresponden al modelo y a las características señaladas en el pedido. Se contrastarán todos los equipos con sus certificados de calidad y en el caso de que así se haya acordado, se separarán y marcarán los equipos para los ensayos de contraste de recepción.

#### 4.6.7 MEDICIÓN Y ABONO

Las ventosas y los purgadores simples, se medirán y abonarán por el número de unidades realmente montadas de cada equipo, según el diámetro y presión nominal y se abonarán al precio incluido para cada una de ellos en el Cuadro de precios nº 1.

Dentro de este precio está incluido la adquisición del equipo, cumpliendo todas las prescripciones incluidas en estas Prescripciones, transporte, montaje y pruebas en taller y obra, bridas, juntas y uniones y demás medios auxiliares para la correcta terminación de la unidad de obra.

### 4.7 VÁLVULAS DE RETENCIÓN

#### 4.7.1 DESCRIPCIÓN

Se refiere este artículo a las válvulas de retención a instalar en la arqueta de conexión de la instalación de Acuamed con la instalación de CUCN.

La definición de la válvula sería:

Válvula de retención de diámetro interior 600 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, de disco partido, cuerpo de fundición dúctil GGG-50, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 250 micras, con ejes y resortes de acero inoxidable, tornillería tratada contra corrosión (cincada), embreadada, con tornillería incluidos, totalmente instalada.

#### 4.7.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Paso total y mínima pérdida de agua.
- El asiento elástico permite un cierre estanco y debido a su ligero peso necesita una fuerza mínima para abrir y cerrar la válvula.
- Eje de acero inoxidable montado en la tapa lo que permite un fácil mantenimiento sin desmontar la válvula de la línea.
- Eje de acero inoxidable 1.4021 (AISI 420).
- Bisagra de acero inoxidable en DN 50-200 y fundición dúctil en DN 250-300, revestida de epoxi con certificado para agua potable.
- Junta de la tapa de caucho EPDM alojada entre el cuerpo y la tapa.
- Disco con inserción de acero completamente vulcanizado de EPDM.
- Revestimiento de epoxi según EN 14901 y DIN 3476-1, 250 µm.
- Todas las juntas y revestimientos en contacto con el agua están certificados para agua potable.

- Tetones a cada lado de la válvula que permiten instalación de manómetros, by-pass, etc.

La estanqueidad de las uniones se conseguirá mediante las juntas adecuadas antes de la instalación de la válvula se limpiará el interior de los tubos.

Los materiales de construcción han de ser los siguientes:

Cuerpo Fundición.

Eje. Acero inoxidable.

Resorte Acero inoxidable.

El director de las obras podrá exigir, si lo cree oportuno, protocolo de pruebas en fábrica de las válvulas. Estas pruebas son:

Prueba de seguridad y hermeticidad del cuerpo: se realiza con la válvula abierta mediante ensayo de presión interior durante tres minutos a la presión de prueba.

Pruebas de hermeticidad del cierre: se hace mediante ensayo de presión interior por la cara correspondiente a válvula cerrada durante 3 minutos. A la presión de trabajo no se permitirán fugas.

La presión de trabajo será de 16 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.7.3 MEDICIÓN Y ABONO

Las válvulas antirretorno, se medirán y abonarán por el número de unidades realmente montadas de cada equipo, según el diámetro y presión nominal y se abonarán al precio incluido para cada una de ellos en el Cuadro de precios nº 1.

### 4.8 ELEMENTOS DE CALDERERÍA EN ACERO AL CARBONO

#### 4.8.1 DEFINICIÓN

Se refiere esta unidad a los distintos elementos de calderería a ejecutar en la valvulería de las y piezas especiales de arquetas que se definen en el presente proyecto.

Pieza especial de calderería de chapa de acero granallada, revestida interiormente con pintura epoxi y exteriormente con pintura epoxi o similar, con espesor mínimo de 200 micras.

#### 4.8.2 CARACTERÍSTICAS

Los elementos de calderería se ejecutarán en chapa de acero granallada, revestida interior y exteriormente de pintura epoxi con espesor mínimo de 200 micras, con el espesor mínimo indicado en los planos y no menor de 10mm.

Toda la calderería será ejecutada en un taller especializado que cuente con experiencia, medios materiales adecuados y personal cualificado.

La designación del taller deberá ser previamente confirmada por escrito en el Libro de Órdenes por el Ingeniero Director de las Obras.

#### 4.8.3 INSTALACIÓN

Las piezas estarán preparadas para su unión por soldadura o mediante bridas planas, en cuyo caso, salvo indicación expresa en contrario, éstas se construirán según normas DIN para una presión

de trabajo de 16 a 40 atmósferas, según figura en planos de proyecto, siendo su tortillería acero enchapado con zic-cobalto.

A pie de obra, cuando la unión de la pieza se realice mediante soldadura, se dejará sin tratar una longitud de 100 mm en sus extremos para que sea posible su soldadura sin dañar la protección y, una vez realizada la misma, se le dará las mismas condiciones de protección que al resto.

Antes de efectuar las soldaduras se deberá realizar una preparación de las superficies por medios mecánicos o con soplete, si bien, en este caso, se limpiarán con electro amoladoras hasta dejarlas uniformes y limpias, exentas de pintura o cascarilla y no presentando abolladuras ni defectos de laminación. Cada cordón de soldadura acabado deberá presentar una superficie uniforme y continua sin engrosamientos ni cortaduras localizadas.

El control de las soldaduras se realizará mediante líquidos penetrantes, al 100 %.

#### 4.8.4 MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono de los elementos de calderería se realizará de acuerdo con lo establecido en la unidad de obra de que formen parte.

### 4.9 CARRETES DE DESMONTAJE

Todas las válvulas llevarán carretes de desmontaje, con excepción de las válvulas de cierre de ventosas y purgadores, que no los llevan. Las válvulas de compuerta de los desagües de fondo del depósito de cola llevarán carrete de desmontaje. La presión nominal del carrete de desmontaje será la misma que la de la válvula adyacente.

El carrete de desmontaje será de fundición dúctil, según norma BS EN 1563, y de grado S275. Con revestimiento epoxi-poliéster. Juntas de caucho EPDM. Brida central y virolas fundición dúctil GSJ-500-7.

Los carretes estarán ensayados y certificados conforme a EN12266-1

Los tirantes roscados y las tuercas hexagonales serán de acero bricomatado.

Llevarán una protección interior y exterior, de calidad alimentaria, para su uso en agua potable.

Los carretes deberán ser montados de tal forma que en su posición de trabajo, no superen la longitud máxima admitida, pero se encuentren cercana a la misma.

#### 4.9.1 MEDICIÓN Y ABONO

La medición de los carretes de desmontaje, se realizará por las unidades según el diámetro y la presión nominal, realmente montados en obra, y se abonarán a los precios indicados para cada uno de los tipos en el Cuadro de Precios Nº 1.

En cada uno de los precios se considera incluido la adquisición, transporte, montaje, pruebas, tornillos y demás elementos auxiliares necesarios para la correcta instalación y montaje del equipo.

### 4.10 FILTROS CAZAPIEDRAS

#### 4.10.1 DEFINICIÓN

Dispositivo, insertado en la tubería con el objetivo de retener residuos y sólidos en suspensión. Cuerpo del filtro fabricado en fundición dúctil, con cesta en forma de Y, dotado interiormente de malla filtrante de acero inoxidable.

#### 4.10.2 CARACTERÍSTICAS

El cuerpo de fundición dúctil tendrá protección de resinaepoxi electrostática, espesor medio 250 micras RAL 5010

Malla de acero inoxidable X5CrNi18-10 (AISI 304) conforme la norma UNE-EN 10088-1:2015, con un espesor igual o superior a 2,0 mm. La malla estará perforada con agujeros de diámetro igual a 3 mm, separados 5 mm entre ejes.

La zona superior no perforada del cilindro se encontrará ligeramente doblada hacia el cuerpo del filtro para realizar un cierre estanco con el reborde del ranurado, además dispondrá de un asa redonda para su extracción.

- La malla dispondrá de canteras de protección y refuerzo en la zona de entrada del agua.

Componente	Material	Especificación
Cuerpo	Fundición dúctil	ASTM A536 65-45-12 (GGG50)
Tapa	Fundición dúctil	ASTM A536 65-45-12 (GGG50)
Malla	Acero inoxidable	AISI 304
Junta	EPDM	UNE-EN 681
Tapón	Fundición dúctil	ASTM A536 65-45-12 (GGG50)
Tornillería	Acero Inoxidable	AISI 304

#### 4.10.3 MEDICIÓN Y ABONO

Los filtros se medirán y abonarán por unidad (ud) instalada, incluyendo los accesorios y bridas pertinentes según el tipo de instalación, de acuerdo a los planos correspondientes. Así mismo incluye todos los medios materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para la correcta ejecución de la unidad.

Se abonará según los precios previstos en el Cuadro de Precios Nº 1.

### 4.11 MEDIDORES DE CAUDAL EN LAS TUBERÍAS

#### 4.11.1 DEFINICIÓN

A los efectos de las presentes Prescripciones, se definen como medidores de caudal, a los dispositivos instalados en una arqueta cuyo objeto es medir el caudal que pasa por la conducción.

#### 4.11.2 CARACTERÍSTICAS

Los caudalímetros a instalar serán del tipo electromagnético no intrusivo con convertidor de señal.

Conductividad mínima	50 $\mu$ S/cm
Conexión	No intrusiva

Electrodos	Acero inoxidable 1.4435/316L
Calibración	0,2%
Cabezal	Aluminio. IP68
Alimentación	85-250V AC, 2 líneas, pulsadores
Señal de salida	4-20 mA

Los caudalímetros electromagnéticos no intrusivos son dispositivos conectados a la tubería principal sin que se produzca el corte de la misma, cuyo sensor de medida convierte el caudal en un voltaje eléctrico proporcional a la velocidad de flujo, en función de la ley de inducción electromagnética de Faraday.

Los caudalímetros a instalar cumplirán las siguientes características:

Conductividad mínima 50  $\mu$ S/cm

Conexión No intrusiva

Electrodos Acero inoxidable 1.4435/316L

Calibración 0,2%

Cabezal Aluminio. IP68

Alimentación 85-250V AC, 2 líneas, pulsadores

Señal de salida 4-20 mA

#### 4.11.3 CONTROL DE CALIDAD

No podrán utilizarse caudalímetros electromagnéticos que no lleguen acompañados de la documentación indicada a continuación. A la entrega de cada suministro se aportará un albarán, con documentación anexa, conteniendo, entre otros, los siguientes datos:

Nombre y dirección de la empresa suministradora. Fecha de suministro.

Certificado de calibración del instrumento por parte del fabricante u organismo autorizado.

Una vez comprobada la documentación que debe acompañar al suministro, se deberá proceder a comprobar la correcta identificación de los productos suministrados de acuerdo al albarán, así como una inspección visual de los embalajes para comprobar que no han sufrido daños durante el transporte.

#### 4.11.4 CONDICIONES DE INSTALACIÓN Y MONTAJE

El acopio de los equipos deberá hacerse en locales que reúnan las condiciones marcadas por el fabricante para el almacenamiento de los equipos.

La instalación y el montaje de los caudalímetros electromagnéticos se realizarán según indicaciones y recomendaciones del fabricante, evitando instalaciones que supongan pérdida de precisión de la medida. El manual de instalación y montaje del fabricante será aportado por el contratista a la recepción del equipo en obra y deberá tenerse en cuenta para la instalación del mismo.

La instalación, conexión, puesta en marcha y el mantenimiento del equipo deben realizarse únicamente por personal cualificado y autorizado para ello.

Durante la puesta en marcha de la instalación se comprobará que la salida del convertidor está dentro de los márgenes de precisión del mismo, comparando la medida con otra medida de referencia (aforador u otra medida indirecta).

El transporte del equipo hasta el punto de medida se hará dentro del embalaje original, sin extraer cubiertas o tapas hasta justo antes de hacer la instalación.

El fabricante suministrará junto con los equipos de medición el certificado de calibración tanto hidráulica como electrónica de los equipos. Se incluye la puesta en servicio del caudalímetro una vez finalizado el montaje.

#### 4.11.5 MEDICIÓN Y ABONO

Los caudalímetros se medirán y abonarán por unidad (ud) instalada y funcionando, incluyendo los arreglos de tuberías pertinentes y la brida de referencia de potencial según el tipo de instalación de acuerdo a los planos correspondientes, abonándose según los precios previstos en el Cuadro de Precios Nº 1:

El precio del caudalímetro electromagnético incluye el suministro y puesta en obra, los gastos para pruebas, así como todos los medios, maquinaria y mano de obra necesaria para la correcta ejecución de la unidad.

### 4.12 EQUIPOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

#### 4.12.1 DEFINICIÓN

Se contempla en este artículo los requisitos de instalación y características de los cuadros eléctricos.

El aparellaje del cuadro está contemplado en el esquema unifilar correspondiente. Asimismo, también se indican en el esquema unifilar las intensidades y potencias de los diferentes elementos que componen el cuadro.

#### 4.12.2 GENERALIDADES

El sistema poseerá un carácter modular, tanto en los elementos de protección como, arranque, medidores, procesador, cableado, conexionado, etc. Esta modularidad está concebida con vistas al mantenimiento, accediendo a todos los elementos, sin necesidad de desmontar ningún otro.

Todos los materiales cumplirán con el "Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión", y con las "Normas de Asociación Electrotécnica Española". Así como las normas particulares de la Compañía Suministradora de Electricidad. Asimismo, el sistema cumplirá en todo momento con las condiciones de servicio, características técnicas y definiciones dictadas en la norma española UNE-EN IEC 61439-1.

#### 4.12.3 EQUIPOS ELÉCTRICOS Y SUS CONEXIONES

##### 4.12.3.1 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Los interruptores automáticos se emplearán para los siguientes servicios:

- Acometidas
- Alimentación a centros de control de motores y cuadros en general.

Los interruptores serán de corte omnipolar, de corte al aire y tendrán un poder de corte y de cierre de acuerdo con lo especificado en la requisición de material. Cada interruptor tendrá, como mínimo, dos (2) contactos auxiliares N.A. y 2 N.F., en cualquier caso, todos los contactos auxiliares se cablearán a bornas exteriores.

Los interruptores automáticos de iguales valores nominales serán intercambiables. Para conservar la intercambiabilidad, los dispositivos auxiliares de control no se montarán directamente sobre el interruptor extraíble.

La capacidad térmica de los interruptores será, como mínimo, la suficiente para que permitan el paso durante un (1) segundo de la intensidad de cortocircuito, sin que se produzca ningún daño en el interruptor o en su equipo auxiliar.

La tensión auxiliar de control será 110 V f.f. tanto para el cierre como para la apertura. La operación se realizará en ambos casos a emisión de corriente.

Los interruptores estarán contruidos conforme a las normas:

UNE-EN 60988: "Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para protección contra sobreintensidades".

UNE-EN 60947-1: "Aparamenta de Baja Tensión. Parte 1: Reglas Generales".

UNE-EN 60947-2: "Aparamenta de Baja Tensión. Parte 2: Interruptores automáticos".

#### 4.12.3.2 EMBARRADOS

##### Barras principales

Las barras principales serán de cobre electrolítico de alta conductividad estirado en frío, y serán adecuadas para el servicio continuo y de cortocircuito que se indique en la requisición de material.

Las uniones de las barras principales se harán por medio de tornillos de acero de alta resistencia, con tuercas, arandelas y demás dispositivos que impidan el aflojamiento de los mismos. Todos estos elementos deberán estar galvanizados o cadmiados.

Las barras principales, uniones, tornillos, soportes, etc., deberán estar dimensionadas y sujetas de manera que soporten los efectos dinámicos resultantes del valor de pico de la intensidad de cortocircuito que se especifique en la requisición de material. Las barras serán del mismo tamaño en toda su longitud.

Los soportes de las barras y los separadores de las mismas se harán con material aislante no higroscópico de alta calidad.

En los cuadros de mucha longitud, el suministrador deberá prever, de acuerdo con su experiencia, las juntas de expansión necesarias de manera que no se produzcan esfuerzos en los soportes de las barras.

La secuencia de las fases en las barras será R.S.T. con la fase S en el medio, y la fase R en las siguientes posiciones mirando el cuadro de frente:

Arriba para disposición en plano vertical.

En el frente para disposición en plano horizontal. A la izquierda para las barras verticales.

Las barras deberán estar pintadas o identificadas por manguitos de P.V.F., de acuerdo con las normas UNE 21089.

##### Barra de tierra

La sección mínima para la barra de tierra será de 70 mm<sup>2</sup>.

Se instalará una barra de tierra horizontal de cobre a lo largo del cuadro y otra vertical en las celdas, para realizar la puesta a tierra de todas las partes sin tensión de los equipos y las armaduras de los cables.

Se instalará un puente de prueba en el punto medio de la barra de tierra.

En cada extremo de la barra de tierra se dispondrá un terminal adecuado para conexión de cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

#### 4.12.3.3 TRANSFORMADORES PARA MEDIDA Y PROTECCIÓN

Los transformadores de intensidad serán de tipo seco, encapsulados en resinas epoxi o similar.

Los terminales primarios y secundarios serán marcados de forma indeleble.

Los transformadores de intensidad deberán ser capaces de soportar los efectos térmicos producidos por el paso de la corriente máxima de cortocircuito durante un (1) segundo y los esfuerzos dinámicos correspondientes a su valor de pico. Los valores mínimos aceptables para la intensidad térmica y dinámica serán 100 In y 250 In respectivamente.

La intensidad secundaria para medida y relés de protección será 5 A. Tendrán un secundario para los relés de protección y otro para los de medida.

Los transformadores de intensidad se conectarán en el lado de la carga del interruptor, de forma que queden desenergizados cuando el interruptor esté en las posiciones "abierto" o "desconectado".

Los transformadores de intensidad deberán tener suficiente precisión en caso de sobrecarga y/o de cortocircuito como para garantizar la operación correcta de los relés y la selectividad de los sistemas de protección. El mínimo valor aceptable para el factor de sobrecarga será 10P10.

La localización de los transformadores de intensidad será tal que permita su desmontaje sin necesidad de quitar tensión a otros cubículos. A través de este acceso serán visibles las bornas de secundario y la placa de características.

Para medida, el factor de saturación de los transformadores de intensidad será  $E_s \geq 5$  y la clase C1=1.

Las potencias de precisión mínimas de los transformadores de intensidad serán definidas por el fabricante previo conocimiento de los relés de protección.

#### 4.12.3.4 CONTROL Y PROTECCIONES

Los aparatos de control, tales como aparatos de medida, conmutadores, pilotos de señalización, etc., se montarán en las puertas del frente de los cuadros.

Todos los aparatos de control deberán llevar disposiciones de seguridad para evitar disparos accidentales.

Los interruptores accionados eléctricamente serán mandados por una maneta o selector con retorno a la posición cero.

Todas las manetas deberán poder ser enclavadas en la posición de "abierto".

Los relés dispondrán de dispositivos de indicación de la operación de los mismos. Estos dispositivos deberán ser claramente visibles desde el frente del cuadro sin necesidad de quitar la tapa de relé.

Los voltímetros y amperímetros serán del tipo empotrado, preferentemente de forma cuadrada con escala 90° y en caja de 50 x 90 mm, precisión de 1% del valor de fondo de la escala.

Se instalarán los siguientes aparatos de medida:

Tres voltímetros en cada interruptor de acometida principal. Tres amperímetros por cada acometida principal.

Todos los circuitos de alarma deberán ser cableados hasta una regleta común que se instalará en cuadro y será accesible por la parte frontal.

#### 4.12.3.5 FUSIBLES Y RUPTORES

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura y siempre con indicador de fusión.

Los fusibles que vayan en circuitos, tales como alimentación de alumbrado y control, serán de alta capacidad de ruptura y acción extrarrápida, y acción lenta cuando vayan en el circuito de alimentación a motores.

Los cartuchos fusibles de hasta 63A tendrán una característica gl según UNE-HD 60269 con un poder de ruptura de 50 KA y llevarán incorporado un indicador de fusión. Para protección general serán del tipo NH.

#### 4.12.3.6 INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Serán de 30 y 300 mA de sensibilidad en alumbrado y fuerza respectivamente.

La intensidad nominal será la adecuada en cada caso, pudiendo utilizarse toroides diferenciales acoplados con contador.

Cumplirán con la norma:

UNE-EN 61008-1:2013: "Interruptores automáticos Diferenciales por intensidad de defecto a tierra para usos domésticos y usos generales análogos (ID)".

UNE-EN 61008: "Interruptores automáticos diferenciales, sin protección magnetotérmica incorporada.

UNE-EN 61009: "Interruptores automáticos diferenciales con protección magnetotérmica incorporada".

UNE-EN 60947-2: "Interruptores automáticos con protección para corriente diferencial residual incorporada".

#### 4.12.3.7 INTERRUPTORES DE CUADRO

Serán de los llamados rotativos de paquete de levas multimodulares, accionamiento manual y corte omnipolar. Estarán concebidos para usar con corriente alterna hasta 600 V, con una duración mecánica de hasta 1 millón de maniobras.

Estarán formados a base de módulos superpuestos compuestos por una pieza base, aislante de resinas de melanina y con contactos de aleación de plata.

Todos los componentes metálicos estarán protegidos contra la corrosión por medio de un recubrimiento de níquel.

Los ruptores serán de conexión y desconexión bruscas, independientemente de la acción del operario.

Los ruptores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal y factor de potencia máxima de 0,7.

#### 4.12.4 CONTROL DE CALIDAD

Las pruebas del cuadro eléctrico se realizarán de acuerdo con las normas CEI, y como mínimo serán:

Comprobación de dimensiones, espesor de la chapa. Apretado de tornillos.

Comprobación de las características de los aparatos de medida relés, etc., así como de la integridad del suministro.

Comprobación de rótulos.

Comprobación del cableado de acuerdo con los esquemas hasta llegar al borne de salida.

Ensayos de rigidez dieléctrica, a frecuencia industrial, de todos los circuitos de control a una tensión de 500 V, 50 Hz. por minuto.

Medida de resistencia de aislamiento con MEGER.

Verificación de los espacios adecuados para llegadas y terminales de cables.

Para el resto de la aparamenta eléctrica, como interruptores automáticos, transformadores de medida, seccionadores, etc., así como de los elementos de control, se dispondrá de los protocolos de pruebas del fabricante, del que se entregará copia a la Dirección de Obra en su momento.

Para proceder a la recepción provisional de las instalaciones se efectuarán las correspondientes pruebas de funcionamiento tanto en vacío como en carga, de la que se elevará la correspondiente acta que será firmada por el Director de Obra y el representante del contratista.

#### 4.12.5 MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono se efectuará por unidad (ud) de cuadro eléctrico, conexas y en servicio, según los precios indicados en el Cuadro de Precios Nº 1:

Se considera incluido todo el material eléctrico secundario o auxiliar necesario para la correcta ejecución y puesta en servicio del cuadro.

### 4.13 CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

#### 4.13.1 DEFINICIÓN

Conducción enterrada bajo tubo flexible PE, ejecutada de acuerdo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

#### 4.13.2 MATERIALES

Los conductores a emplear en la instalación serán de Cu homogéneo, unipolares, tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, aislamiento de polietileno reticulado "XLPE", enterrados bajo tubo o directamente enterrados, con unas secciones de 16, 25, 50, 95, 150 o 240 mm<sup>2</sup> (según Normas Técnicas de Construcción y Montaje de las Instalaciones Eléctricas de Distribución de la Cía. Suministradora).

- Emplear conductores del mismo material, sección y longitud.
- Los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles.

El conductor neutro tendrá como mínimo, en distribuciones trifásicas a cuatro hilos, una sección igual a la sección de los conductores de fase para secciones hasta 10 mm<sup>2</sup> de cobre o 16 mm<sup>2</sup> PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

de Cu, y una sección mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm<sup>2</sup> para cobre y 16 mm<sup>2</sup>, para secciones superiores. En distribuciones monofásicas, la sección del conductor neutro será igual a la sección del conductor de fase.

El conductor neutro deberá estar identificado por un sistema adecuado. Deberá estar puesto a tierra en el centro de transformación o central generadora, y como mínimo, cada 500 metros de longitud de línea. Aun cuando la línea posea una longitud inferior, se recomienda conectarlo a tierra al final de ella. La resistencia de la puesta a tierra no podrá superar los 20 ohmios.

#### 4.13.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos etc. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie UNE 211435), a respetar en los cambios de dirección.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección en los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro. Las arquetas serán, con tapas de fundición y con un lecho de arena absorbente en el fondo de ellas. A la entrada de las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua

A lo largo de la canalización se colocará una cinta de señalización, que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión.

Los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 61389-24. Las características mínimas serán las indicadas a continuación:

Se preverá al menos un tubo de reserva de las mismas características en todo el recorrido.

##### 4.13.3.1 EMPALMES Y CONEXIONES

Los empalmes y conexiones de los conductores se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Asimismo, deberá quedar perfectamente asegurada su estanquidad y resistencia contra la corrosión que pueda originar el terreno.

Un método apropiado para la realización de empalmes y conexiones puede ser mediante el empleo de tenaza hidráulica y la aplicación de un revestimiento a base de cinta vulcanizable.

##### 4.13.3.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN

La red de distribución en baja tensión estará protegida contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en la misma (ITC-BT-22), por lo tanto, se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas: Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión (según figura en anexo de cálculo).
- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos.
- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura.

- Aislamiento de todos los conductores con polietileno reticulado "XLPE", tensión asignada 0,6/1 kV, con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

#### 4.13.4 MEDICIONES Y ABONO

El abono de cada una de la Unidades de Obra, se efectuará según los precios indicados en el Cuadro de Precios Nº 1, y comprenderá todas las actividades y labores accesorias que sean necesarias para la correcta y completa instalación de cada uno de los equipos.

#### 4.14 CABLE DE TELECOMUNICACIONES ENTERRADO

##### 4.14.1 DEFINICIÓN

Se define como cable de comunicaciones, un conductor de cobre electrolítico recocido de clase 5 con una resistencia máxima a 20°C de 12,1 Ohm/km cubierta exterior de policloruro de vinilo y armado con doble fleje hélice de acero.

##### 4.14.2 MATERIALES

Las características principales de los materiales que conforman el cable son las siguientes:

###### CONDUCTOR:

Cobre electrolítico recocido Clase del conductor: Clase1 Resistencia máxima 20 °C = 12,10 Ohm/Km

###### AISLAMIENTO:

Poliolefina especial baja capacidad Identificación: Negro Azul  
Marrón gris

Capacidad entre dos conductores: 65pF/m

###### PANTALLA GENERAL:

Pantalla de aluminio Poliéster Cobertura: 100%

Drenaje: Cobre estañado.

###### CUBIERTA INTERIOR:

PVC Policloruro de Vinilo Tipo ST1 Espesor:0,90 mm

Color: Negro

###### ARMADURA:

Doble fleje helicoidal de acero Cobertura 120%

###### CUBIERTA EXTERNA

PVC (Policloruro de vinilo) Tipo ST2 Espesor: 1,3 mm

Color: Negro

Características detalladas del cable de comunicaciones

Conductor de 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>. Trenzado

Armadura mediante fleje de acero antirroedor o corona de hilos. Trenzado mínimo de 6 vueltas / mts.

Conductores flexibles de Cu clase 5.

Aislamiento individual de cada uno de los conductores mediante policloruro de vinilo.

Cubierta exterior de PVC

Temperatura de servicio : -25°C a +90°C. Temperatura de cortocircuito : 250°C

Tensión nominal: 1000V Tensión de ensayo : 2500V

Radio de curvatura  $\leq$  8 veces el diámetro exterior de la manguera de conductores (según norma UNE 21030).

Resistencia máxima  $<12,1$  ohm/km a 20°C Capacidad máxima  $<65$  nF/m

Fabricados de conformidad con la norma UNE 21123

No propagación de la llama de acuerdo con las siguientes Normas Europeas :

UNE-EN 60332-1-1 y UNE-EN 60332-2-1, NF-C32070-C2

IEC 332-1BS4066-1

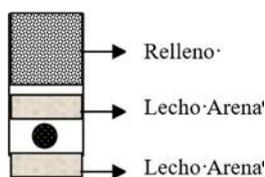
CEI 20-35VDE 0472-d

No propagador de incendio según Norma IEEE 383.

Resistente a aceites, ácidos y álcalis según valores definidos en la Norma MIL-C- 915-E.

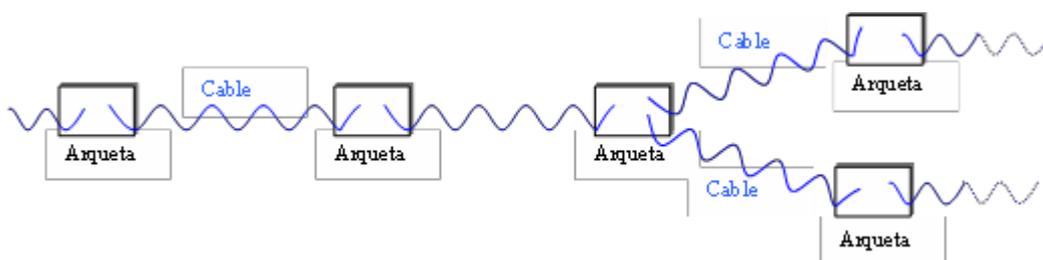
#### 4.14.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La tirada del cable se realiza junto a la tirada de la conducción. La tirada del cable se realizará siempre por el lado derecho de la conducción, mirando el sentido de recorrido del agua. Se colocará sobre el lecho de arena previo a la tubería y junto a esta de forma holgada como se describe a continuación.



- Se señalará el cable de comunicaciones dentro de la zanja con una cinta de atención al cable a una profundidad aproximadamente de la mitad de la profundidad de la zanja.
- El cable se instalará de forma ondulada dentro de la zanja para que tenga suficiente holgura y evitar estiramientos en caso de corrimientos o asentamientos del terreno.
- La entrada del cable de comunicaciones en la caseta o arqueta se realizará bajo tubo o medida similar que garantice su correcta protección y mantenimiento.
- Dentro de la caseta / arqueta se dejará un mínimo de 3 metros de cable para permitir de forma sencilla llevar el cable hasta la caja de la electrónica, evitando de esta forma empalmen innecesarios.
- Dentro de la caseta o arqueta, los cables de comunicación se señalarán perfectamente, indicando su procedencia ó destino según proceda. De este modo, se garantiza un correcto plan de mantenimiento de la instalación y un breve plazo de localización de averías.

- Deberán evitarse en la medida de lo posible cualquier tipo de empalme intermedio, ya que estos pueden realizarse en las propias arquetas o tomas.
- La tirada del cable entre arquetas se realizará en tramos sin empalmes intermedios, para lo cual deberá medirse previamente la longitud entre las mismas. El cable entrará en arqueta dejando un mínimo de 2 mts interiores, si la red continua se tirará un nuevo tramo de cable, dejando igualmente 2 metros en la arqueta saliente y otros 2 mts en la entrante. En el caso de que en una determinada arqueta salieran varios ramales, se mantendrá la misma topología de cables sin empalmes tirados de arqueta a arqueta y dejando los 2 mts de “coca” en cada una.



#### 4.14.4 CONTROL DE CALIDAD

Parámetros a comprobar para la CERTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN:

- Medida del aislamiento
- Medida de la resistencia de bucle (cortocircuito de extremos remotos)
- Medida de la capacidad entre conductores.
- Medida de la capacidad de cada conductor respecto a tierra.

#### 4.14.5 MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono se efectuará por metro lineal (ml) realmente ejecutado, según los precios indicados en el Cuadro de Precios Nº 1.

#### 4.15 OTROS SUMINISTROS

Para la fabricación, montaje, protecciones y pruebas de otros equipos, para los cuales no existan Prescripciones consignadas explícitamente en este Capítulo, el Contratista, se atenderá a lo que resulte de los planos, Cuadros de Precios, Presupuesto y Normativa a aplicar, según el equipo de que se trate y a las indicaciones de la Dirección de Obra.

## 5 DISPOSICIONES GENERALES EN EL DESARROLLO DE LAS OBRAS

### 5.1 INICIACIÓN DE LAS OBRAS

El programa de trabajos se realizará conforme a los criterios de estructuración establecidos por la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía o en su defecto que indique la Dirección de Obras.

El Contratista iniciará las obras tan pronto como reciba la orden del Ingeniero Director de las Obras y comenzará los trabajos en los puntos que se señalen.

El Contratista será directamente responsable de los replanteos particulares y de detalle.

### 5.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO

Lo mencionado en estas Prescripciones 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 las Prescripciones, prevalecerá lo prescrito en estas últimas.

Las omisiones en Planos y Prescripciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en los Planos y Prescripciones, 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, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Prescripciones.

El Contratista se verá en la obligación de informar por escrito a la Dirección de Obra, en cuanto sea de su conocimiento, de toda discrepancia, error u omisión que encontrará. Cualquier corrección o modificación a los planos del Proyecto o a las especificaciones de las Prescripciones Técnicas, sólo podrá ser realizada por el PROMOTOR, siempre y cuando así lo juzgue conveniente para su interpretación o el fiel cumplimiento de su contenido.

El Contratista deberá confrontar todos los planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra, y será responsable de cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

### 5.3 SUBCONTRATISTAS Y DESTAJISTAS

El Contratista general podrá dar a destajo o en subcontrato cualquier parte de la obra, pero para ello es preciso que previamente obtenga de la Dirección de Obra la oportuna autorización, para lo cual deberá informar previamente de su intención y extensión del destajo a la Dirección de Obra.

En todo caso, los subcontratos estarán regulados por lo prescrito en la Ley 09/2017, de 08 de noviembre, de Contratos del Sector Público.

La Dirección de Obra está facultada para decidir la exclusión de un destajista por ser el mismo incompetente o no reunir las necesarias condiciones. Comunicada esta decisión al Contratista, éste deberá tomar las medidas precisas o inmediatas para la rescisión de este trabajo.

En ningún caso podrá deducirse relación contractual alguna entre los destajistas y la Dirección de Obra como consecuencia del desarrollo de aquellos trabajos parciales correspondientes al contrato entre el Contratista y la misma, siendo siempre responsable el Contratista ante la Dirección de Obra de todas las actividades del destajista y de las obligaciones derivadas del cumplimiento de las condiciones expresadas en estas Prescripciones.

## 5.4 FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El Contratista proporcionará a la Dirección de Obra, o a sus subalternos, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de materiales, así como para la inspección de la mano de obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en estas Prescripciones permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

Por la Dirección de la Obra, se designará el Organismo o persona competente que haya de inspeccionar en taller la construcción de los equipos y partes metálicas, y serán de cuenta del Contratista los gastos, indemnizaciones y remuneraciones que corresponda a esta inspección de la ejecución de Obra.

El Contratista avisará a la Dirección de obra, con anticipación, los días en que se realicen montajes provisionales en talleres.

El Organismo o persona encargada de la Inspección en talleres, elegirá probetas para ensayos de comprobación de las condiciones mecánicas de resistencia. En caso de duda, serán decisivos los ensayos realizados por el Laboratorio Central sobre probetas elegidas y preparadas con motivo de la citada Inspección. Sólo serán admisibles para confección de piezas, los materiales que dieran resultados satisfactorios.

## 5.5 PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista adoptará, bajo su entera responsabilidad, todas las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones vigentes, referentes al empleo de explosivos a la prevención de accidentes, incendios y daños a terceros, y seguirá las instrucciones complementarias que diere a este respecto, la Dirección de Obra. Para el acopio de materiales se tendrá en cuenta las instrucciones dadas por la Dirección de Obra.

Especialmente el Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación del agua, por efecto de los combustibles, aceites ligantes o cualquier otro material que pueda ser perjudicial.

A medida que se realicen los trabajos, el Contratista debe proceder por su cuenta, a la retirada de los materiales acopiados que ya no tengan empleo en la misma.

## 5.6 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, en cualquier forma que se realice, antes de la recepción definitiva, no atenúa 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.

## 5.7 ABONO DE LAS OBRAS

### 5.7.1 ABONO DE LAS OBRAS COMPLETAS

El Contratista no puede bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar modificación alguna de los precios señalados en letra, en el Cuadro de Precios, los cuales son los que sirven de base a la adjudicación y los únicos aplicables a los trabajos contratados con la baja correspondiente, según la mejora, que se hubiese obtenido en la subasta.

Todas las unidades de obra de este Pliego y las no definidas explícitamente, se abonarán de acuerdo con los precios unitarios del Cuadro de Precios del Proyecto, considerando incluidos en ellos todos los gastos de materiales, mano de obra, maquinaria, medios auxiliares o cualquier otro necesario para la ejecución completa de las citadas unidades.

### 5.7.2 ABONO DE LAS OBRAS INCOMPLETAS

Las cifras que para pesos o volúmenes de materiales figuren en las unidades compuestas del Cuadro de Precios, servirán sólo para el conocimiento del coste de estos materiales acopiados a pie de obra, pero por ningún concepto tendrán valor a efectos de definir las proporciones de las mezclas ni el volumen necesario en acopios para conseguir la unidad de éste completada en obra.

Cuando por rescisión u otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los Precios del Cuadro de Precios (2) sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada de forma distinta a la valoración de dicho cuadro, ni que tenga derecho el Contratista a reclamación alguna por insuficiencia u omisión del coste de cualquier elemento que constituye el precio.

Las partidas que componen la descomposición del precio serán de abono, cuando estén acopiadas la totalidad del material, incluidos los accesorios, o realizadas en su totalidad las labores u operaciones que determinan la definición de la partida ya que el criterio a seguir ha de ser que sólo se consideran abonables fases de ejecución terminada, perdiendo el Contratista todos los derechos en el caso de dejarlas incompletas.

### 5.7.3 OBRAS NO AUTORIZADAS

Cualquier trabajo, obra o instalación auxiliar, obra definitiva o modificación de la misma, que haya realizado por el Contratista sin la debida autorización o la preceptiva aprobación del Director de Obra o del órgano competente de la Administración, en su caso, será removido, desmontado o demolido si el Director lo exigiese.

Serán de cuenta del Contratista los gastos de remoción, desmontaje o demolición, así como los daños y perjuicios que se derivasen por causa de la ejecución de trabajos no autorizados.

Cuando, a juicio del Director, el aumento de dimensiones de una determinada parte de obra ejecutada, o exceso de elementos unitarios, respecto de lo definido en los planos de construcción, pudiera perjudicar las condiciones estructurales, funcionales o estéticas de la obra, el Contratista tendrá la obligación de demolerla a su costa y rehacerla nuevamente con arreglo a lo definido en los planos.

En el caso en que no sea posible, o aconsejable, a juicio del Director, la demolición de la obra ejecutada en exceso, el Contratista estará obligado a cumplir las instrucciones del Director para subsanar los efectos negativos subsiguientes, sin que tenga derecho a exigir indemnización alguna por estos trabajos. En ningún caso serán abonables dichos excesos.

### 5.7.4 OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS

Durante el desarrollo de las obras y hasta que se cumpla el plazo de garantía el contratista es responsable de los defectos que en la construcción puedan advertirse, sin que sea eximente ni le dé derecho alguno la circunstancia de que la Dirección de Obra haya examinado o reconocido, durante su construcción, las partes y unidades de la obra o los materiales empleados, ni que hayan sido incluidos éstos y aquéllas en las mediciones y certificaciones.

Si alguna obra que no esté ejecutada con estricta sujeción a las condiciones de la contrata, es sin embargo admisible a juicio de la Dirección Facultativa, podrá ser recibida provisionalmente y definitivamente en su caso, pero el Contratista estará obligado a conformarse, sin derecho a reclamación alguna, con la rebaja que acuerde el órgano contratante, salvo que el Contratista quiera demoler la obra a su costa y rehacerla con estricta sujeción a las condiciones del Pliego siempre dentro del plazo de ejecución de la obra.

### 5.7.5 PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR

Las partidas alzadas que figuran en el presupuesto u otras que se establezcan por acuerdo entre la Propiedad y el Contratista, se establecerán por el siguiente procedimiento de valoración por “partidas alzadas a justificar”.

Las partidas alzadas a justificar, una vez ejecutadas, se medirán en unidades de obra y se abonarán de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales o semejantes, lo presupuestado mediante partida alzada se abonará previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos, si fuese el caso, de los similares contratados o precios usuales de mercado en otro caso.

### 5.7.6 TRABAJOS POR ADMINISTRACIÓN

Se denominan “trabajos por administración” aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente La Propiedad, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación del Contratista de la obra.

No se prevén en el proyecto trabajos por administración, no obstante, en caso de acuerdo entre la Propiedad y el Contratista podrán realizarse algunas unidades de obra por este procedimiento.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes: Obras por administración directa

Obras por administración delegada o indirecta

#### A) OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA

Se denominan 'Obras por Administración directa' aquellas en las que la Propiedad por sí o por mediación de un representante suyo, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente de la Propiedad, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Propiedad y Contratista.

#### B) OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DELEGADA O INDIRECTA

Se entiende por 'Obra por Administración delegada o indirecta' la que convienen la Propiedad y el Contratista, para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son, por tanto, características peculiares de las "Obras por Administración delegada o indirecta" las siguientes:

Por parte de la Propiedad, la obligación de abonar directamente o por mediación del Contratista todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.

Por parte del Contratista, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello de La Propiedad un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Contratista.

#### 5.7.6.1 LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, las cuentas las presentará el Contratista a la Propiedad, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes, todos ellos conformados por la Dirección de Obra.

a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.

b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Contratista, ya que su abono es siempre de cuenta de la Propiedad.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un diecinueve por ciento (19 por 100), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de Seguridad y Salud Laboral, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

#### 5.7.6.2 ABONO AL CONTRATISTA DE LA CUENTA DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA.

Salvo pacto distinto, los abonos al Contratista de las cuentas de Administración delegada los realizará La Propiedad mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por La Propiedad o por su delegado representante.

Independientemente, la Dirección de Obra redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

### 5.7.6.3 NORMAS PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES Y APARATOS.

No obstante, las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva La Propiedad para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Propietario, o en su representación, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

### 5.7.6.4 RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior

### 5.7.7 ELABORACIÓN DE PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se originan precios contradictorios solamente cuando la propiedad, a través del director de obra, decida introducir nuevas unidades de obra o cambios en la calidad de alguna de las inicialmente acordadas, o cuando sea necesario afrontar circunstancias no previstas.

A falta de acuerdo y antes de iniciar la obra, los precios de unidades de obra, así como los materiales, equipos, o de mano de obra de trabajos que no figuren en los contratos, se fijaran contradictoriamente entre el director de obra y el contratista, o su representante expresamente autorizado a estos efectos, siempre que, a juicio de ellos, dichas unidades no puedan incluirse en el 2% de gastos imprevistos.

Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios o base de datos más frecuente en la comunidad autónoma, oficialmente aprobado o adoptado por las diversas administraciones.

El contratista los presentará descompuestos, de acuerdo a la establecido en el artículo correspondiente a la descomposición de precios unitarios del presente pliego, siendo condición necesaria la aprobación y presentación de estos precios antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra.

De los precios así acordados, se levantará actas que firmaran por triplicado el director de obra, la propiedad y el contratista o representantes autorizados a estos efectos por los últimos.

Los precios contradictorios que existieran quedarán siempre referidos a los precios unitarios de la fecha del contrato.

## 5.8 OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación de los terrenos que se precise ocupar definitivamente para la ubicación de las obras, que serán proporcionados por la Administración.

El Contratista será responsable durante la ejecución de las obras y hasta la recepción definitiva, de todos los daños y perjuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier

persona, propiedad o servicio público o privado, como consecuencia de los actos o negligencia 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, con arreglo a la legislación vigente sobre el particular, así como las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas, a su costa, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando adecuadamente los daños y perjuicios causados.

El Contratista será responsable de todos los objetos o restos arqueológicos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras, debiendo dar inmediata cuenta de los hallazgos al Ingeniero Director y a la Delegación Territorial de Turismo, Cultura y Deporte de Almería 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, Delegación Territorial de Turismo, Cultura y Deporte de Almería o al arqueólogo de la obra).

El Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación de los cursos de agua, por efecto de los combustibles, aceites o cualquier otro material que pueda ser perjudicial.

El Contratista estará obligado a dedicar a las obras el personal técnico a que se comprometió en la licitación, pudiendo la Dirección de Obra prohibir la permanencia en la obra de este personal, por motivos de faltas de obediencia y respeto, o por causa de actos que comprometan o perturben la marcha de los trabajos; no obstante, el Contratista podrá recurrir ante el PROMOTOR si entendiéndose que no hay motivo fundado para dicha prohibición.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo establecido en la Ley sobre el Contrato de Trabajo, Reglamentaciones de Trabajo, Disposiciones reguladoras de los Subsidios y Seguros Sociales, vigentes o que en lo sucesivo se dicten, y muy especialmente en cuanto concierne al Seguro contra los riesgos de Accidentes.

## 5.9 DAÑOS POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR

La ejecución de la obra se realizará a Riesgo y Ventura del Contratista, sin perjuicio de lo establecido para el de obras en la ley de Contratos. Se entiende como riesgo y ventura del Contratista cualquier alteración sobre las circunstancias previstas en el proyecto.

Si durante el montaje de los medios auxiliares y ejecución de las obras sobreviniesen avenidas, corrimientos de tierras u otros fenómenos imprevistos que, no obstante las precauciones tomadas, llegasen a deteriorar o inutilizar alguna de las piezas o a ocasionar daños en las obras, el Contratista vendrá obligado a repararlas o reponerlas, con arreglo a las órdenes que reciba de la Dirección de Obra, y serán de abono los daños causados, tanto en la obra ejecutada como en las instalaciones del Contratista, siempre que las causas que los originaron estén comprendidas entre las causas de fuerza mayor definidas en la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en el Artículo 144.

## 5.10 CORRESPONDENCIA OFICIAL

El Contratista tendrá derecho a que se le acuse recibo, si así lo solicita, de las comunicaciones que dirija a la Dirección de Obra y, a su vez, está obligado a devolver a la misma, ya sea los originales o la copia de todas las órdenes que reciba, poniendo al pie el enterado.

### 5.11 PRUEBAS QUE DEBEN EFECTUARSE ANTES DE LA RECEPCIÓN PROVISIONAL

Antes de efectuarse la recepción provisional y siempre que sea posible, se someterán todas las obras a pruebas de resistencia, de estabilidad, impermeabilidad y funcionamiento, con arreglo al programa que redacte la Dirección de Obra. Los gastos que estas pruebas originen, serán a cuenta del Contratista.

Las averías, accidentes o daños que se produzcan en las pruebas y procedan de la mala construcción, o de falta de precauciones, serán a cuenta del Contratista, quien deberá repararlas dentro del plazo de ejecución de las obras.

### 5.12 RECEPCIONES PROVISIONALES Y LIQUIDACIONES

Será facultad de la Dirección de Obra realizar recepciones provisionales independientes para cada uno de los grupos de obra, de acuerdo con lo especificado en la Ley de Contratos del Sector Público.

Podrán igualmente, una vez realizadas las recepciones provisionales, redactarse liquidaciones parciales, pero quedando siempre aplazado el abono de las cantidades consignadas para conservación hasta que haya terminado el plazo de garantía.

### 5.13 PLAZOS DE EJECUCIÓN Y DE GARANTÍA

El plazo de ejecución de las obras, se ha estimado en VEINTIDÓS (22) MESES, contados a partir de la firma del Acta de Replanteo de las Obras.

El plazo de garantía será de UN (1) AÑO, o en su defecto lo que indique el PCAP del concurso de obra y será contado a partir de la recepción provisional de la última de las obras. Se entenderá, por tanto, prorrogado el plazo de garantía, de aquellas obras cuya recepción provisional se haya verificado antes, hasta que haya transcurrido el plazo total.

Durante el plazo de garantía el Contratista se verá obligado a reparar o sustituir todos los elementos, equipos, deficiencias en la obra civil, etc. a él imputables, o de aquellos equipos que no cumplan las especificaciones definidas en el Proyecto.

### 5.14 INCUMPLIMIENTO DE LOS PLAZOS DE EJECUCIÓN

Si el Contratista, por causas imputables al mismo, hubiera incurrido en demora respecto de los plazos parciales, de manera que haga presumir racionalmente la imposibilidad de cumplimiento del plazo final o éste hubiera quedado incumplido, la Dirección de Obra podrá optar indistintamente por la resolución del Contrato con pérdida de fianza, o por la imposición de penalizaciones.

Cuando el supuesto anterior de incumplimiento de los plazos de ejecución por causas imputables al Contratista, la Dirección de Obra opte por la imposición de penalizaciones, éstas se graduarán en atención al presupuesto total o parcial de las obras según el plazo incumplido sea el total o parcial y con arreglo a la escala de penalizaciones que señala la legislación vigente.

Cuando las penalidades por demora alcancen el 20% del importe del Contrato, el órgano de Contratación estará facultado para proceder a la resolución del mismo, o acordar la continuidad de su ejecución con imposición de nuevas penalidades.

Estas penalizaciones se harán efectivas por el Contratista mediante deducción de las correspondientes cantidades en las certificaciones de obras que se produzcan. En cualquier caso, la fianza responderá a la efectividad de estas penalizaciones.

Si el retraso fuera producido por motivos no imputables al Contratista y éste ofreciera cumplir sus compromisos dándole prórroga al tiempo que se le había designado, se le concederá un plazo que será, al menos, igual al tiempo perdido, a no ser que el Contratista pidiera otro menor.

### 5.15 SUSPENSIÓN DE LAS OBRAS

Si la suspensión temporal sólo afecta a una o varias partes o clases de obra que no constituyen la totalidad de la obra contratada, se utilizará la denominación "Suspensión Temporal Parcial" en el texto del acta de suspensión y en toda la documentación que haga referencia a la misma; si afecta a la totalidad de la obra contratada, se utilizará la denominación "Suspensión Temporal Total" en los mismos documentos.

En ningún caso se utilizará la denominación "Suspensión Temporal" sin concretar o calificar el alcance de la misma.

Siempre que la Dirección de Obra acuerde una suspensión temporal, parcial o total de la obra, o una suspensión definitiva, se deberá levantar la correspondiente acta de suspensión, que deberá ir firmada por la Dirección de Obra y el Contratista, y en la que se hará constar el acuerdo que originó la suspensión, definiéndose concretamente la parte o partes de la totalidad de la obra afectada por aquellas.

El acta debe ir acompañada como anejo y en relación con la parte o partes suspendidas, de la medición, tanto de la obra ejecutada en dichas partes, como de los materiales acopiados a pie de obra utilizables exclusivamente de las mismas.

### 5.16 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

A la recepción de las obras a su terminación, y a los efectos establecidos en la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público concurrirá un facultativo designado por la Administración representante de ésta, el facultativo encargado de la dirección de las obras y el contratista asistido, si lo estima oportuno, de su facultativo.

Si se encuentran las obras en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, el funcionario técnico designado por la Administración y representante de ésta, las dará por recibidas, levantándose la correspondiente acta y comenzando entonces el plazo de garantía.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así en el acta y el Director de las mismas señalará los defectos observados y detallará las instrucciones precisas fijando un plazo para remediar aquéllos. Si transcurrido dicho plazo el contratista no lo hubiere efectuado, podrá concedérsele otro nuevo plazo improrrogable o declarar resuelto el contrato.

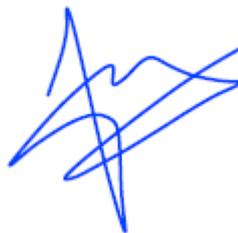
En caso de existir incompatibilidades entre estas condiciones y los del contrato de obra, se estará a la disposición más restrictiva.

### 5.17 EXTINCIÓN DEL CONTRATO

Se regulará según lo preceptuado en el artículo 209 de la Ley 9/2017 de 8 de noviembre de Contratos del Sector Público.

El Ejido, noviembre de 2023

Autor del Proyecto



Fdo: Jorge Matías Moreno Pérez

Ingeniero de Montes