



**Excmo.**  
Ayuntamiento de  
Cartagena



**Aquagest**  
Región de Murcia

# NUEVA IMPULSIÓN DE RESIDUALES A BARRIO PERAL DESDE E.B.A.R. SEVERO OCHOA Y PROLONGACIÓN DEL INTERCEPTOR DE RESIDUALES EN RONDA UNIÓN



## DOCUMENTO III – PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS PARTICULARES

---



**Excmo.**  
Ayuntamiento de  
Cartagena



**Aquagest**  
Región de Murcia





Excmo.  
Ayuntamiento de  
Cartagena



 **Aquagest**  
Región de Murcia

## Documento III



# PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

---



## ÍNDICE

	Página
<b>1. OBJETO Y NORMATIVA .....</b>	<b>10</b>
1.1. OBJETO DEL PLIEGO .....	10
1.2. NORMATIVA DE REFERENCIA.....	10
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>16</b>
2.1. OBRAS EN E.B.A.R. SEVERO OCHOA.....	16
2.1.1. COLECTORES PARA ALIVIO DE LAS CÁNTARAS DE BOMBEO.....	16
2.1.2. MONTAJE DE NUEVOS EQUIPOS.....	16
2.1.3. OBRA CIVIL.....	17
2.1.4. NUEVA CUBIERTA.....	18
2.1.5. CALDERERÍA Y VALVULERÍA.....	18
2.1.6. ELECTRICIDAD.....	19
2.1.7. TELEMANDO.....	19
2.1.8. REPOSICIÓN SERVICIOS URBANÍSTICOS.....	19
2.2. NUEVA IMPULSIÓN DE RESIDUALES A BARRIO PERAL.....	20
2.2.1. TRAZADO EN ZANJA DE LA IMPULSIÓN.....	20
2.2.2. HINCA.....	20
2.3. EJECUCIÓN DEL INTERCEPTOR DE RONDA LA UNIÓN .....	20
2.3.1. CONDUCCIÓN.....	20
2.3.2. Pozos de registro.....	20
2.3.3. Arqueta de conexión con la galería existente en Alfonso XIII.....	20
2.3.4. Arqueta aliviadero a galería de residuales Calle Esparta.....	21
2.3.5. Red de saneamiento.....	21
<b>3. UNIDADES DE OBRA: MATERIALES, EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS .....</b>	<b>21</b>
3.1. EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS. ASPECTOS GENERALES.....	21
3.1.1. CONDICIONES GENERALES.....	21
3.1.2. REPLANTEOS.....	22
3.1.3. PLAN DE TRABAJOS .....	23
3.1.4. PLAZO DE EJECUCIÓN.....	23
3.1.5. NORMAS DE SEGURIDAD.....	23
3.1.6. ACCESO A LAS OBRAS.....	24
3.1.7. INSTALACIONES, MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES .....	24
3.1.8. MODIFICACIÓN DE SERVICIOS.....	24
3.1.9. OBRAS NO ESPECIFICADAS EN EL PRESENTE PLIEGO .....	24
3.1.10. MEDICIÓN Y ABONO DE OTRAS OBRAS.....	24
3.1.11. OBRAS CONCLUIDAS .....	25
3.1.12. OBRAS INCOMPLETAS.....	25





3.1.13.	OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS.....	25
3.1.14.	DEMOLICIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS Y SUS GASTOS.....	25
3.1.15.	PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	26
3.1.16.	DEFINICIÓN DEL PRECIO UNITARIO.....	26
3.1.17.	PRECIOS DEFINITIVOS.....	26
3.2.	MATERIALES. ASPECTOS GENERALES .....	27
3.2.1.	PROCEDENCIA, CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS MATERIALES..	27
3.2.2.	CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS ACOPIOS A PIE DE OBRA 28	
3.2.3.	MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN EL PPTP.....	28
3.3.	OBRAS DE TIERRA Y DEMOLICIONES.....	29
3.3.1.	EXCAVACIÓN EN APERTURA DE ZANJAS PARA ALOJAMIENTO DE TUBERÍAS 29	
3.3.1.1.	Definición .....	29
3.3.1.2.	Ejecución de las obras.....	29
3.3.1.3.	Medición y abono .....	31
3.3.2.	TERRAPLENES Y RELLENOS.....	31
3.3.2.1.	Características de los materiales.....	31
3.3.2.2.	Ejecución de terraplenes y rellenos.....	33
3.3.2.3.	Medición y abono .....	34
3.3.3.	PEDRAPLENES.....	34
3.3.4.	DEMOLICIONES.....	34
3.3.5.	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS MEDIANTE PERFORACIÓN HORIZONTAL.....	35
3.3.6.	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS MEDIANTE HINCA HORIZONTAL.....	35
3.3.7.	REPOSICIÓN DE TUBERÍA SIN APERTURA DE ZANJA (GRUNDOCRACK).....	36
3.4.	GEOTEXILES.....	37
3.5.	FIRMES Y PAVIMENTOS.....	37
3.5.1.	MACADAM PARA BASES.....	37
3.5.2.	REPOSICIÓN DE FIRME SOBRE BASE DE MACADAM.....	38
3.5.3.	REPOSICIÓN DE FIRME CON MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE	38
3.5.4.	REPOSICIÓN DE FIRME CON MEZCLA BITUMINOSA.....	38
3.5.5.	MEDICIÓN Y ABONO .....	38
3.6.	OBRAS DE HORMIGÓN.....	39
3.6.1.	MATERIALES DEL HORMIGÓN.....	39
3.6.1.1.	Agua.....	39
3.6.1.2.	Cemento: .....	39
3.6.1.3.	Áridos para morteros y hormigones.....	40
3.6.1.4.	Aditivos para morteros y hormigones.....	41
3.6.2.	HORMIGONES Y MORTEROS.....	44





3.6.2.1.	<b>Características</b> .....	44
3.6.2.2.	<b>Dosificación</b> .....	44
3.6.2.3.	<b>Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo</b> .....	44
3.6.2.4.	<b>Preparación de los hormigones</b> .....	45
3.6.2.5.	<b>Transporte y puesta en obra del hormigón</b> .....	47
3.6.2.6.	<b>Compactación y vibrado de los hormigones</b> .....	48
3.6.2.7.	<b>Puesta en obra del hormigón en función del tiempo</b> .....	48
3.6.2.8.	<b>Curado y acabado de hormigón</b> .....	49
3.6.2.9.	<b>Medición y abono</b> .....	49
3.7.	<b>MATERIALES METÁLICOS</b> .....	49
3.7.1.	<i>ACERO EN PERFILES LAMINADOS</i> .....	49
3.7.1.1.	<b>Palastros de acero</b> .....	50
3.7.1.2.	<b>Carriles</b> .....	50
3.7.1.3.	<b>Acero en perfiles especiales</b> .....	50
3.7.1.4.	<b>Acero moldeado</b> .....	50
3.7.2.	<i>ACERO EN REDONDO PARA ARMADURAS</i> .....	51
3.7.2.1.	<b>CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL</b> .....	51
3.7.2.2.	<b>MEDICIÓN Y ABONO</b> .....	52
3.8.	<b>ENCOFRADOS</b> .....	53
3.8.1.	<i>MADERAS PARA ENCOFRADOS</i> .....	53
3.8.2.	<i>ENCOFRADOS METÁLICOS</i> .....	53
3.8.3.	<i>ENCOFRADOS DESLIZANTES</i> .....	53
3.8.4.	<i>EJECUCIÓN</i> .....	54
3.8.5.	<i>MEDICIÓN Y ABONO</i> .....	54
3.9.	<b>VIGUETAS DE HORMIGÓN ARMADO</b> .....	54
3.9.1.	<i>CARACTERÍSTICAS</i> .....	54
3.9.2.	<i>IDENTIFICACIÓN</i> .....	54
3.9.3.	<i>RECEPCIÓN Y CONTROL</i> .....	55
3.10.	<b>BOVEDILLAS DE HORMIGÓN PARA ENTREVIGADO</b> .....	55
3.10.1.	<i>CARACTERÍSTICAS</i> .....	56
3.10.2.	<i>RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD</i> .....	56
3.11.	<b>ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO</b> .....	56
3.11.1.	<i>DEFINICIÓN</i> .....	56
3.11.2.	<i>EJECUCIÓN DE LAS OBRAS</i> .....	57
3.11.3.	<i>TAPAS DE POZOS DE REGISTRO</i> .....	57
3.12.	<b>PATES</b> .....	57
3.13.	<b>MATERIALES POLIMÉRICOS</b> .....	58
3.13.1.	<i>BANDAS ELASTOMÉRICAS PARA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS</i> .....	58
3.13.2.	<i>BANDAS DE PVC PARA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS</i> .....	58
3.13.3.	<i>NORMATIVA TÉCNICA</i> .....	59
3.13.4.	<i>CARACTERÍSTICAS</i> .....	59
3.14.	<b>TRATAMIENTO DE JUNTAS MURO-SOLERA</b> .....	59





3.14.1.	Ensayo y características mínimas que deben cumplir el adhesivo epoxi	59
3.14.2.	Ensayo y características mínimas que deben cumplir el adhesivo epoxi	60
3.15.	IMPERMEABILIZANTES.....	61
3.15.1.	CLASIFICACIÓN.....	61
3.16.	MATERIALES CERÁMICOS .....	61
3.16.1.	CARÁCTERÍSTICAS GENERALES.....	61
3.16.2.	LADRILLOS.....	61
3.17.	BLOQUES DE HORMIGÓN.....	62
3.17.1.	DEFINICIÓN.....	62
3.17.2.	CLASIFICACIÓN.....	62
3.17.3.	CARACTERÍSTICAS.....	62
3.18.	BORDILLOS DE HORMIGÓN.....	63
3.19.	BALDOSAS Y LOSAS DE TERRAZO .....	63
3.19.1.	CLASIFICACIÓN.....	63
3.19.2.	CARACTERÍSTICAS.....	64
3.19.3.	ASPECTO.....	66
3.19.4.	IDENTIFICACIÓN.....	67
3.20.	ENFOCADOS.....	67
3.21.	AZOTEAS TRANSITABLES .....	67
3.21.1.	NORMATIVA TÉCNICA .....	67
3.21.2.	EJECUCIÓN.....	67
3.21.3.	CONTROL DE EJECUCIÓN.....	68
3.22.	CUBIERTA INVERTIDA NO TRANSITABLE .....	68
3.22.1.	NORMATIVA TÉCNICA .....	68
3.22.2.	EJECUCIÓN.....	69
3.22.3.	CONTROL DE LA EJECUCIÓN.....	69
3.23.	TUBERÍAS Y PIEZAS ESPECIALES DE FUNDICIÓN DÚCTIL.....	70
3.23.1.	NORMA GENERAL.....	70
3.23.2.	TUBERÍAS DE ABASTECIMIENTO.....	70
3.23.2.1.	Tuberías .....	70
3.23.2.2.	Revestimiento .....	71
3.23.2.3.	Unión entre tubos.....	71
3.23.3.	TUBERÍAS DE SANEAMIENTO.....	71
3.23.3.1.	Revestimiento interior.....	72
3.23.3.1.	Revestimiento exterior.....	72
3.23.3.1.	Anillos de caucho.....	73
3.23.4.	PIEZAS ACCESORIAS.....	73
3.23.5.	VÁLVULAS Y VENTOSAS.....	74
3.23.5.1.	Válvulas de compuerta .....	74
3.23.5.2.	Válvulas de mariposa.....	74
3.23.5.1.	Válvulas de guillotina (residuales) .....	75
3.23.5.2.	Ventosas.....	75





3.23.6.	GOMAS PARA JUNTAS.....	76
3.24.	TUBERÍAS DE POLIETILENO .....	76
3.24.1.	DISPOSICIONES GENERALES.....	77
3.24.2.	CARACTERÍSTICAS.....	77
3.24.2.1.	Comportamiento al calor.....	78
3.24.2.2.	Resistencia a la presión hidráulica en función al tiempo .....	78
3.24.2.3.	Resistencia a la presión cíclica .....	78
3.24.2.4.	Resistencia a la fisuración en medio tensoactivo.....	78
3.24.3.	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.....	78
3.24.3.1.	Diámetros .....	78
3.24.3.2.	Tolerancias en los diámetros.....	79
3.24.3.3.	Longitudes .....	80
3.24.3.4.	Tolerancia de las longitudes .....	80
3.24.3.5.	Espesores.....	80
3.24.3.6.	Tolerancias de los espesores .....	80
3.24.4.	ENSAYOS.....	80
3.24.4.1.	Presión interna.....	81
3.24.4.2.	Resistencia a tracción y alargamiento de rotura.....	81
3.24.4.3.	Tiempo y temperatura de inducción a la oxidación.....	81
3.24.4.4.	Comportamiento al calor.....	81
3.24.4.5.	Índice de fluidez.....	81
3.24.5.	MARCADO.....	81
3.24.6.	PRUEBAS EN FÁBRICA Y CONTROL DE CALIDAD.....	82
3.24.7.	CONDICIONES DE INSTALACIÓN.....	82
3.24.7.1.	Cálculo mecánico.....	82
3.24.7.2.	Transporte y manipulación.....	84
3.24.7.3.	Montaje.....	85
3.25.	TUBERÍAS DE HORMIGÓN.....	85
3.25.1.	CONDICIONES GENERALES.....	85
3.25.1.1.	Campo de aplicación.....	85
3.25.1.2.	Diseño .....	85
3.25.2.	TUBOS DE HORMIGÓN ARMADO.....	86
3.25.2.1.	Espesores de pared.....	86
3.25.2.2.	Tolerancias dimensionales.....	86
3.25.2.3.	Carga de rotura .....	87
3.25.3.	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS.....	88
3.25.3.1.	Cemento.....	88
3.25.3.2.	Agua.....	88
3.25.3.3.	Áridos .....	88
3.25.3.4.	Hormigón.....	89
3.25.3.5.	Acero en las armaduras.....	89
3.25.3.6.	CURADO .....	91





3.25.4.	ENTREGA DE LOS TUBOS.....	91
3.25.5.	JUNTAS DE GOMA.....	92
3.25.6.	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y TOLERANCIAS.....	93
3.25.6.1.	Diámetro exterior.....	93
3.25.6.2.	Espesor del tubo.....	93
3.25.6.3.	Longitud del tubo.....	93
3.25.6.4.	Diámetro interior.....	93
3.25.6.5.	Perpendicularidad de los bordes.....	94
3.25.6.6.	Superficie interna.....	95
3.25.7.	JUNTAS.....	95
3.25.7.1.	Diseño.....	95
3.25.7.2.	Características generales.....	95
3.25.7.3.	Juntas y gomas.....	96
3.25.7.4.	Juntas de tubería sobre el nivel freático:.....	97
3.26.	TUBERÍAS DE PVC LISO.....	98
3.26.1.	CONDICIONES GENERALES.....	98
3.26.2.	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	98
3.26.3.	CLASIFICACIÓN.....	99
3.26.4.	UNIONES.....	99
3.26.5.	CONTROL DE CALIDAD.....	99
3.26.6.	PRUEBAS EN LAS TUBERÍAS.....	99
3.26.6.1.	Prueba de presión interna.....	100
3.26.6.2.	Prueba de estanqueidad.....	101
3.27.	TUBERÍAS DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO.....	102
3.27.1.	Condiciones Generales.....	102
3.27.1.1.	Objeto y Campo de Aplicación.....	102
3.27.1.2.	Normas aplicables.....	102
3.27.1.3.	Términos, Definiciones y Símbolos.....	103
3.27.2.	Características de los Materiales.....	108
3.27.2.1.	Clasificación.....	108
3.27.2.2.	Materiales.....	109
3.27.2.3.	Construcción de la pared del tubo.....	111
3.27.2.4.	Juntas.....	112
3.27.2.5.	TUBOS.....	113
3.27.2.6.	ACCESORIOS.....	121
3.27.3.	Rigidez nominal (SN).....	122
3.27.4.	FUNCIONAMIENTO DE LAS JUNTAS.....	123
3.27.4.1.	Uniones flexibles con juntas de estanquidad elastoméricas.....	123
3.27.5.	Requisitos.....	124
3.27.5.1.	Generalidades.....	124
3.27.5.2.	Retracción.....	124
3.27.5.3.	Desviación angular.....	124





3.27.5.4. Estanquidad cuando la junta se somete a presión interna después del montaje .....	124
3.27.5.5. Generalidades .....	125
3.27.5.6. Requisito .....	125
3.27.6. REQUISITOS DEL FABRICANTE .....	126
3.27.7. INSPECCIÓN DEL CLIENTE .....	126
3.27.8. NOTIFICACIONES DEL FABRICANTE AL CLIENTE .....	126
3.27.9. ASISTENCIA EN LA INSTALACIÓN .....	126
3.28. TUBERÍAS DE ACERO Y PIEZAS ESPECIALES .....	127
3.28.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	127
3.28.1.2. UNIONES MEDIANTE BRIDAS .....	127
3.28.1.3. UNIONES MEDIANTE UNIÓN FLEXIBLE - ABRAZADERA .....	127
3.29. TORNILLERÍA .....	128
3.30. PINTURAS .....	128
3.30.1. NORMATIVA TÉCNICA .....	128
3.30.2. PINTURAS ANTICORROSIVAS DE MATERIALES FÉRREOS .....	129
3.30.3. PINTURAS DE ACABADO DE SUPERFICIES METÁLICAS .....	129
3.30.4. PINTURAS DE ACABADO SOBRE SUPERFICIES DE YESO .....	130
3.30.5. PINTURAS DE ACABADO SOBRE SUPERFICIES DE CEMENTO .....	131
3.31. MEDICIÓN Y ABONO DE TUBERÍAS Y PIEZAS ACCESORIAS .....	132
3.32. CONDUCTORES ELÉCTRICOS .....	133
3.33. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN .....	133
3.34. BÁCULOS Y COLUMNAS .....	133
3.35. OTROS SOPORTES Y HERRAJES .....	134
3.36. LUMINARIAS .....	134
3.37. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES .....	134
3.38. TUBOS DE PROTECCIÓN .....	135
3.39. CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES INTERIORES .....	135
3.40. APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA .....	136
3.40.1. CUADROS GENERALES DE DISTRIBUCIÓN .....	136
3.40.1.1. Construcción .....	136
3.40.1.2. Disposición de aparatos .....	136
3.40.1.3. Embarrado .....	137
3.40.1.4. Cableado y conexionado .....	137
3.40.1.5. Aparamenta .....	137
3.40.2. APARATOS DE PROTECCIÓN .....	138
3.40.2.1. Interruptores automáticos - cuadros principales .....	138
3.40.2.2. Interruptores automáticos - cuadros secundarios .....	139
3.40.2.3. Interruptores diferenciales .....	139
3.40.2.4. Conductores y guardamotores .....	140
3.41. PUESTA A TIERRA .....	140
3.42. LÍNEAS ELÉCTRICAS .....	141





3.42.1.	TENDIDO ELÉCTRICO TENSADO Y RETENCIONADO .....	141
3.42.2.	EMPALMES Y DERIVACIONES.....	142
3.42.3.	CONDUCCIONES POR CABLES GRAPADOS SOBRE LAS PAREDES 142	
3.42.3.1.	Colocación de los cables .....	142
3.42.3.2.	Cruces con otras canalizaciones.....	143
3.42.3.3.	Empalmes y derivaciones.....	143
3.42.4.	ACOMETIDAS A LOS PUNTOS DE LUZ.....	143
<b>4.</b>	<b>ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS.....</b>	<b>144</b>
4.1.	AGITADOR HORIZONTAL .....	144
4.2.	BOMBA VENTURI .....	145
4.3.	BOMBAS LIMPIEZA.....	146
4.4.	TRITURADORA.....	147
4.5.	BOMBA RESIDULES 700 M3/H.....	148
4.6.	COMPUERTA MURAL .....	149
4.7.	SENSOR DE NIVEL.....	150
4.8.	LIMNÍMETRO.....	151
4.9.	COMPUERTA MURAL HIDRÁULICA ELÉCTRICA.....	152





## 1. OBJETO Y NORMATIVA

### 1.1. OBJETO DEL PLIEGO

El presente pliego tiene por objeto la ordenación de las condiciones facultativas y económicas que regirán durante el desarrollo de las obras correspondientes al **“NUEVA IMPULSIÓN DE RESIDUALES A BARRIO PERAL DESDE E.B.A.R. SEVERO OCHOA Y PROLONGACIÓN DEL INTERCEPTOR DE RESIDUALES EN RONDA UNIÓN”**, en **Cartagena**. El montaje de equipos para limpieza de las cántaras, así como la mejora del telemando de la EBAR. El montaje de una nueva impulsión de D= 600 mm hacia Barrio Peral. Y la construcción del tramo del Interceptor de Residuales en la Ronda la Unión desde la calle Soller hasta El Paseo Alfonso XIII, así como la reposición de los servicios urbanísticos afectados, y pequeñas obras accesorias.

### 1.2. NORMATIVA DE REFERENCIA

A continuación se incluye toda la Normativa de aplicación durante las diferentes etapas de la actuación, tanto en fase de proyecto como de ejecución. Para la aplicación y cumplimiento de las siguientes normas, así como para la interpretación de errores y omisiones contenidos en las mismas, se seguirá por parte de las Contrata adjudicatarias, así como por la de la Dirección de Obra, el orden de mayor a menor rango legal de las disposiciones. Se ha distribuido la normativa en los siguientes grupos:

- Normativa administrativa
- Normativa de instalaciones eléctricas
- Normativa de aparatos a presión
- Normativa de seguridad y salud
- Normativa de obra civil

#### **NORMATIVA ADMINISTRATIVA**

- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Ley 32/2006 de 18 de octubre de la Subcontratación en el Sector de la Construcción.

#### **NORMATIVA DE DEPURACIÓN Y EQUIPOS**



- R.D. 1620/2007, de 17 de diciembre por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.
- Directiva 98/15/CEE de la –comisión de 27 de febrero de 1998.
- Real Decreto Ley 11/995, de 28 de diciembre por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas.
- Real Decreto 2116/1998 de 2 de octubre, de desarrollo del Real Decreto-Ley 11/1995 de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Resolución de 28 de abril de 1995 /Secretaría de Estado de Medio Ambiente y vivienda), por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 17 de febrero de 1995, que aprueba el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales (1995-2005)
- Ley 3/2000, de 12 de julio, de saneamiento y depuración de aguas residuales de la Región de Murcia e implantación del canon de saneamiento.
- UNE-EN 752-6 – Sistemas de desagües y de alcantarillado exteriores a edificios. Parte 6: Instalaciones de bombeo.
- UNE-EN 809 – Bombas y grupos motobombas para líquidos. Requisitos comunes de seguridad
- UNE-EN 1085 – Tratamiento de aguas residuales. Vocabulario.
- UNE-EN 12255, Plantas depuradoras de aguas residuales.
- UNE-EN 1256-1, Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Parte 1: Fosas sépticas prefabricadas.
- UNE 157001, Criterios generales para la elaboración de proyectos.
- PrEN 13725, Calidad del aire. Determinación de la concentración de olores mediante olfatometría dinámica.
- EN 60034-1, Máquinas eléctricas rotativas. Parte 1: Características asignadas y características de funcionamiento.
- ISO 5492:1997 – Análisis sensorial. Vocabulario.

## **NORMATIVA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias BT01-BT51.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero de 2008 por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Normas Particulares de aplicación de la empresa suministradora de energía eléctrica.





- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Corrección de Errores del Real Decreto 223/2008, 15/02/2008 por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, así como sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. BOE. Nº 120. 17/05/2008.
- Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.
- R.D. 2949/1982, de 15 de octubre, que aprueba el Reglamento de Acometidas eléctricas.
- R.D. 7/1988 de 8 de enero, sobre exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Orden de 29 de julio, por la que se adapta el progreso técnico la instrucción complementaria MIBT 026 de Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Orden de 6 de junio de 1989, por la que se complementa y desarrolla el RD 7/1988, relativo a exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Resolución de 30 de abril de 1974, de la Dirección General de Energía, sobre verificación de instalaciones antes de su puesta en servicio.
- Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnología, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación de conductores aislados bajo canales protectores de material plástico.
- Orden de 8 de marzo de 1996, sobre mantenimiento de instalaciones eléctrica de alta tensión, afectadas por la Orden de 19-6-1996, que modifica el artículo 6.
- R.D. 3275/1982 de 12 de noviembre, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Corrección de errores del R.D. 32/75/1982 de 12 de noviembre (B.O.E. 18/1/1983)
- Orden de 6 de julio de 1984 por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctrica, subestaciones y centros de transformación.
- Orden de 18 de octubre de 1984 complementaria de la de 6 de julio que aprueba las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctrica, subestaciones y centros de transformación. (B.O.E. 25/10/1984)





## **NORMATIVA DE APARATOS A PRESIÓN**

- R.D. 2060/2008, de 12 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

## **NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD**

- Orden de 9 de marzo de 1971, que aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- R.D. 555/1986 Estudio de Seguridad e Higiene en el trabajo en los Proyectos de Edificación y Obras Públicas.
- R.D. 1403/1986, de 9 de mayo, por el que se aprueba la Norma sobre señalización y seguridad en los centros y locales de trabajo.
- R.D. 1495/1986 de 26 de mayo. Reglamento de Seguridad en la Máquinas (R.D. 590/1989 modifica los arts. 3º, 14 y 18 del R.D. 1945/1986 y R.D. 830/1991 modifica los arts. 3º, 14 y 18 del R.D. 1495/1986).
- Decreto 39/1987, de 4 de junio sobre supresión de barreras arquitectónicas en la Región de Murcia.
- R.D. 556/1989, de 19 de mayo, por el que se arbitran medidas mínimas sobre accesibilidad en los edificios.
- R.D. 668/1990, de 25 de mayo, por el que se modifica la Reglamentación técnico sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de materiales poliméricos en relación con los productos alimenticios y alimentarios, aprobada por el R.D. 1125/1982 de 30 de abril.
- Orden 8/4/1991 ITC MSG-SM-1 del Reglamento de Seguridad en las Máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección.
- Orden 15/10/1991 de la Consejería de Política Territorial, Obras Públicas y Medio.
- R.D. 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 86/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre máquinas (R.D. 56/1995 modifica al R.D. 1435/1992).
- R.D. 1492/1993, Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.
- R.D. 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Ley 5/1995 de 7 de abril sobre "Condiciones de habitabilidad en edificios de viviendas y promoción de la accesibilidad general".
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos Laborales.





- R.D. 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación sobre condiciones de protección contra incendios en los edificios.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Servicios técnicos de prevención.
- R.D. 413/1997, de 21 de marzo, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en la zona controlada.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materias de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañen riesgos en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- R.D. 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Orden 22 de abril de 1997, por la que se regula el régimen de funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social en el desarrollo de actividades de prevención de riesgos laborales.
- R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Orden de 27 de junio de 1997, por la que se desarrolla el R.D. 39/1997.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo del R.D. 1942/1993.
- Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo del R.D. 1942/1993.
- R.D. 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el R.D. 39/1997.
- R.D. 1488/1998, de 10 de julio, de adaptación de la legislación de prevención de riesgos laborales a la Administración General del Estado.
- R.D. 614/2001 Disposiciones mínimas de seguridad en trabajos eléctricos.





- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D.171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades laborales.
- R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- RD 286/2006, de 10 de Marzo, Protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente a los riesgos relacionados con la Exposición al Ruido.
- RD 604/2006, de 19 de Mayo, por el que se modifican el RD 39/1997, de de 17 de Enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención, y el RD 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de Octubre, Reguladora de la Subcontratación en el sector de la Construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de desarrollo de la Ley de subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 337/2010 de 19 de marzo, que modifica el RD 39/97 del RSP, el RD 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el RD 1627/97 de disposiciones mínimas de seguridad y salud en el sector de la construcción.

#### **NORMATIVA DE OBRA CIVIL**

- Código Técnico de la Edificación.
- EHE-2008. Instrucción de Hormigón Estructural.
- EAE 2011. Instrucción de Acero Estructural.
- Norma Sismorresistente NCSE-02. R.D. 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación.
- R.D. 642/2002, de 5 de julio, por el que se aprueba la “Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados (EFHE)”
- R.D. 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-).





- R.D. 1313/1988, de 28 de octubre, del Ministerio de Industria y Energía por el que se declara obligatoria la homologación de los cementos destinados a la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados.
- ISO 3506-1, Propiedades mecánicas de elementos de fijación de acero inoxidable resistente a la corrosión.
- ISO 4200, Tubos de acero con extremo liso, soldados y sin juntas. Tablas generales de dimensiones y masas por unidad de longitud.
- UNE-EN 476 – Requisitos generales para componentes empleados en tuberías de evacuación, sumideros y alcantarillados para sistemas de gravedad.

De todas estas normas tendrá valor preferente, en cada caso, la más restrictiva. También serán observados los requisitos técnicos vigentes en el Servicio Municipal de Aguas de Cartagena, que sean aplicables a las obras objeto de este pliego.

## **2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

La descripción total de las obras se realiza en el anejo nº 0 y en el apartado del Pliego de Condiciones correspondiente, describiéndose en esta memoria de forma sucinta las mismas:

### **2.1. OBRAS EN E.B.A.R. SEVERO OCHOA**

#### **2.1.1. COLECTORES PARA ALIVIO DE LAS CÁNTARAS DE BOMBEO**

Se bajará la cota de los dos aliviaderos para mejorar el funcionamiento del bombeo y evitar que la cota de la lámina dentro de las cántaras suba demasiado.

En ambas conducciones se instala una válvula de retención de clapeta inclinada fabricada en polietileno y preparada para ser atornillada al muro de la arqueta mediante tornillos de acero inoxidable, dotada de auto cierre por peso propio.

Las dos clapetas irán alojadas en una única arqueta prefabricada de hormigón de dimensiones interiores 2,00 x 4,00 metros y espesor de losa y muros de 20 centímetros, con altura interior útil de 5,67 metros.

#### **2.1.2. MONTAJE DE NUEVOS EQUIPOS**

En el anejo nº 8 se detalla cada uno de los equipos a instalar y en el “Plano nº 5: Equipos” en el que están ubicados.

A continuación se realiza una breve descripción de los mismos:

#### **SISTEMA DE LIMPIEZA DE LA CÁNTARA Nº 1:**



- 2 bombas sumergidas modelo Flygt o similar, con tipo de impulsor tipo N-autolimpiante, con diámetro del impulsor 422 mm. Para la extracción de sólidos.
- 1 agitador horizontal sumergible con sistema de elevación y giro incorporado. Para barrido de la costra que se genera y preparación de la costra para su extracción.
- 1 Oxy-flow o Venturi  $Q= 13,9$  l/s, con su base estabilizadora. Su función es conjunta con el equipo anterior, barrido de la costra que se genera y preparación de la costra para su extracción.

#### **UNIDAD DE TRITURACIÓN:**

Se instalara una unidad de trituración para su uso en aguas residuales urbanas, para un caudal máximo de diseño de 1.300 m<sup>3</sup>/h.

Se instalara una reja para gruesos en la parte superior para que durante los episodios de lluvia, permita el paso del agua ejerciendo una cierta labor de desbaste.

#### **BOMBA Q= 700 M3/H**

En la cántara actualmente hay montadas dos bombas de caudal 350 m<sup>3</sup>/h, pero falta instalar una bomba de caudal 700 m<sup>3</sup>/h para disponer de un sistema redundante al ya instalado y permita además alcanzar mayores caudales en caso de necesidad. Esta bomba irá con un pedestal de acoplamiento, sujeto a las placas de las bancadas y una guía para la extracción de la bomba.

#### **COMPUERTA**

Se instalara una compuerta mural para arqueta de 1600x3000 mm con marco para atornillar a muro en AISI316L, obturador en PE de 40 mm de espesor actuado por husillo, diámetro 50 mm, prolongado y telescópico para ser manipulado desde la superficie mediante reductor manual a altura total 7500 mm, incluso soporte en el forjado.

#### **MEDIDORES**

Se instala un nuevo medidor de nivel por ultrasonidos para la cántara nº 1, con soporte de acero inoxidable AISI316L, con conexión al telemando.

Se instalaran medidores de calado del agua (limnímetros) en los colectores de pluviales.

### **2.1.3. OBRA CIVIL**

Se ejecutaran las siguientes obras:



- Saneamiento de las zonas de hormigón degradadas debido al desmontaje y montaje de nuevos equipos.
- Aumento de la capacidad resistente del hormigón y reparación del interior del pozo.
- Anulación de pasamuros en desuso.
- Ejecución de nuevos pasamuros necesarios.
- Ejecución de nuevas bancadas para equipos.
- Nueva arqueta prefabricada para alojamiento de valvulería de los elementos de limpieza de la cántara.
- Trabajos auxiliares de pedestales y valvulería.

#### **2.1.4. NUEVA CUBIERTA**

Se realiza desmontaje de la cubierta actual formada por placas prefabricadas de hormigón sustituyéndolas por unas nuevas placas formadas por PRFV malladas a ambos lados que apoyarán en perfiles metálicos IPE160 con un tratamiento de pintura rica en zinc y que soportarán el peso del camión que vaya a realizar labores de limpieza y mantenimiento de equipos. La cubierta se remodela para realizar una doble función:

- Extracción y limpieza de la capa de hormigón de compresión existente actual por medios mecánicos.
- Adecuación de las placas a los huecos que se necesitan para la extracción de los nuevos equipos a instalar.

Se tendrá en cuenta dejar planchas de PRFV en los hecos necesarios para la extracción y montaje de los equipos. Las dimensiones de los huecos vienen detalladas en el "Plano nº 8: Renovación de losa superior".

#### **2.1.5. CALDERERÍA Y VALVULERÍA**

##### **COLECTORES DE IMPULSIÓN DEL EQUIPO DE LIMPIEZA**

Para el nuevo sistema de limpieza a instalar en la cántara 1, es necesario el montaje de nuevos colectores de acero inoxidable AISI 316L de D= 400 mm, que al tener una altura cercana a los 9 metros, es fundamental que sean ancladas a la pared.

##### **COLECTORES DE IMPULSIÓN DE LAS BOMBAS DE IMPULSIÓN DE AGUA RESIDUAL**

Se instalará un nuevo colector de 300 mm y se sustituirá uno existente de 250 mm por otro de 300 mm.



## **CONEXIONES ENTRE LAS IMPULSIONES EXISTENTES**

La nueva impulsión a instalar está formada por fundición en D= 600 mm. Se realiza la conexión para poder funcionar con las impulsiones existentes desde los dos grupos de bombeo de agua residual y con el equipo de limpieza.

### **2.1.6. ELECTRICIDAD**

Para el control y maniobra de los nuevos equipos electromecánicos, se realizará la instalación de los siguientes elementos:

- Ampliación de la acometida eléctrica.
- Instalación de siete líneas eléctricas repartidoras y un multicable para la alimentación de los sensores de nivel y boyas.
- Realización de canalización eléctrica consistente en cuatro tubos corrugados de PVC Ø90 mm. En montaje prisma para el paso de las siete nuevas líneas eléctricas de fuerza y maniobra, así como sus arquetas de paso y cruzamiento correspondientes.
- Instalación de un cuadro eléctrico para el control y maniobra de la bomba de aguas residuales de 51 kW, con arrancador progresivo.
- Instalación de un cuadro eléctrico para el control y maniobra de los sistemas de limpieza y aireación, el cuadro estará provisto de cuatro arrancadores estáticos para los arranques de las dos bombas de limpieza superficial, el agitador y el aireador Venturi.

### **2.1.7. TELEMANDO**

Se realizara una ampliación de la estación de telemando actual para incluir en el SCADA los equipos nuevos.

Los trabajos de ampliación del telemando lo harán compatible con el SCADA existente y se cumplimentarán con la parametrización del PLC del bombeo y con la programación del software del SCADA del Centro de Control.

### **2.1.8. REPOSICIÓN SERVICIOS URBANÍSTICOS**

Se repondrán, dentro del presente proyecto, los servicios afectados por la ejecución de las obras.





## **2.2. NUEVA IMPULSIÓN DE RESIDUALES A BARRIO PERAL**

### **2.2.1. TRAZADO EN ZANJA DE LA IMPULSIÓN**

Esta transcurre por la vía de servicio de la Avenida Víctor Beltrí con zanja de profundidad media de 2,5 m y ancho medio de 1,5.

Las tuberías se han proyectado en fundición integral para saneamiento, con revestimiento exterior en zinc más epoxy rojo, y revestimiento interior formado por cemento aluminoso centrifugado, fabricado según normas UNE-EN 598 y están provistos de una campana en cuyo interior se aloja un anillo de caucho.

La presión de funcionamiento admisible en tubería tipo integral con junta Standard para DN600 es de 26 bar.

### **2.2.2. HINCA**

Para el cruce en de la nueva impulsión a instalar de D= 600 mm en la vía de servicio cercana al Mandarache para la Avenida Víctor Beltrí y para el cruce de la instalación eléctrica de los nuevos equipos a instalar, hacia los cuadros eléctricos actuales entre las calles Angel Bruna y Ronda Ciudad de la Unión se propone el cruce en hinca para minimizar las afecciones al tráfico.

## **2.3. EJECUCIÓN DEL INTERCEPTOR DE RONDA LA UNIÓN**

### **2.3.1. CONDUCCIÓN**

La conducción se realizara con tubo de **PRFV-1200 SN 10.000** de 425.21 m de longitud, instalado en zanja.

### **2.3.2. Pozos de registro**

Los pozos de registro se construirán con piezas especiales de PRFV realizadas en fábrica hasta superar el nivel freático. A partir de ese nivel se recrecerá con anillos de PVC hasta la cota de rasante. En todo caso, los pozos serán de diámetro interior 1,20 m.

Para los entronques con otros colectores, se emplearán juntas estancas en su unión con los pozos.

### **2.3.3. Arqueta de conexión con la galería existente en Alfonso XIII**

Para la conexión con la galería de residuales que discurre por el Paseo Alfonso XIII de dimensiones 1.60x1.35 m, se proyecta una arqueta de dimensiones interiores 2.50x2.50x3.00 m, de hormigón armado realizada in situ.



### **2.3.4. Arqueta aliviadero a galería de residuales Calle Esparta**

Se proyecta ejecutar una arqueta de 2.00x2.00x2.85 m de dimensiones interiores, de hormigón armado realizada in situ, para conectar el colector proyectado con la galería de residuales de dimensiones 5.00x3.50 m.

La conducción de alivio se realizará en DN800 mm. Dicho alivio, estará regulado con una compuerta de accionamiento oleo-hidráulico, cuya apertura o cierre dependerá de las consignas de nivel registradas mediante dos limnímetros a instalar, uno en esta arqueta y el otro en la galería de pluviales.

### **2.3.5. Red de saneamiento**

Se ejecutaran tres conducciones de recogida de aguas residuales de PVC500 mm que se conectarán a la galería 5.00x3.50 m de la calle Esparta.

## **3. UNIDADES DE OBRA: MATERIALES, EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS**

### **3.1. EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS. ASPECTOS GENERALES**

#### **3.1.1. CONDICIONES GENERALES**

##### **Ejecución de las Obras:**

Las obras, en su conjunto y en cada una de sus partes, se ejecutarán con estricta sujeción al presente Pliego de Prescripciones Técnicas, al Pliego de Condiciones Jurídicas y Económicas Administrativas, y a la normativa aplicable.

En caso de contradicción o duda, el Contratista se atenderá a las instrucciones que, por escrito, le sean dadas por la Propiedad previo informe de la Dirección de la Obra.

##### **Medición y abono de las Obras:**

Mensualmente se procederá, por parte de la Dirección de Obra, a la medición de las obras realmente ejecutadas, determinándose el número de las distintas unidades de obra, con arreglo a las determinaciones y clasificaciones establecidas en los Cuadros de Precios y Presupuesto de Ejecución Material.



Cada unidad de obra se medirá y abonará según los indicados en el correspondiente artículo del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Si no hay indicación alguna, se estará a lo dispuesto en los Cuadros de Precios y en el Presupuesto General.

A efectos de abono al Contratista, sólo se computarán las mediciones obtenidas sobre unidades de obra totalmente terminadas, con arreglo a lo previsto en el presente Pliego.

A las mediciones obtenidas, se les aplicarán los precios del Cuadro de Precios nº 1, obteniendo una valoración de ejecución material.

Las partidas alzadas que tengan el carácter a justificar, se valorarán de acuerdo con los precios unitarios y auxiliares que se contienen en el presente Proyecto. Si de alguno de los precios unitarios no hubiese reflejo, éstos deberán ser aceptados previamente por el Ingeniero Director de las Obras.

Las partidas alzadas de abono íntegro, serán certificadas tras su completa ejecución, en la forma establecida en el presente Proyecto.

La valoración total resultante en ejecución material será incrementada en los porcentajes señalados en el Presupuesto de Ejecución por Contrata y se multiplicará por el cociente que resulte de dividir el precio de adjudicación por el de licitación de las obras, obteniéndose así la cantidad que deberá certificar el Ingeniero Director.

### **3.1.2. REPLANTEOS**

En un plazo que no excederá de un mes a contar desde la formalización del Contrato, el Contratista se presentará al Ingeniero Director de las obras con el fin de proceder a la comprobación y replanteo de las obras.

Antes de iniciar las obras el Contratista comprobará sobre el terreno, en presencia de la Dirección de Obra, el plano de replanteo y las coordenadas de los vértices. Así mismo se harán levantamientos topográficos contradictorios de las zonas afectadas por las obras. A continuación se levantará un Acta de Replanteo, firmada por los representantes de ambas partes. Desde ese momento el Contratista será el único responsable del replanteo de las obras, y los planos contradictorios servirán de base a las mediciones de obra.

Todas las coordenadas de las obras, estarán referidas a las fijadas como definitivas en este Acta de Replanteo.

El contratista será responsable de la conservación de los puntos, señales y mojones. Si en el transcurso de las obras son destruidos algunos, deberá colocar otros bajo su



responsabilidad y a su costa, comunicándolo por escrito a la Dirección de Obra, que comprobará las coordenadas de los nuevos vértices o señales.

La Dirección de obra sistematizará normas para la comprobación de estos replanteos y podrá supeditar el progreso de los trabajos a los resultados de estas comprobaciones, lo cual, en ningún caso, inhibirá la total responsabilidad del Contratista, ni en cuanto a la correcta configuración y nivelación de las obras, ni en cuanto al cumplimiento de plazos parciales.

Los gastos ocasionados por todas las operaciones de comprobación del replanteo general y las de las operaciones de replanteo y levantamiento mencionados en estos apartados serán de cuenta del Contratista.

El Contratista suministrará, instalará y mantendrá, en perfecto estado todas las balizas y marcas necesarias para delimitar la zona de trabajo a satisfacción de la Dirección de Obra.

### **3.1.3. PLAN DE TRABAJOS**

Dentro de los treinta (30) días naturales a partir del siguiente al de la firma de la Escritura de Adjudicación de las obras, el Contratista deberá comenzar las obras y presentar un plan de trabajo, que con sus plazos parciales adquirirá carácter contractual al ser aprobado.

El Ingeniero Director podrá acordar no dar curso a las certificaciones de obra en tanto no sea presentado el plan de trabajo.

El programa de trabajo deberá constar:

- a) -De un programa mensual de número mínimo de obreros que se compromete a que trabajen diariamente en la obra, indicará personal técnico y auxiliar que se compromete a tener para la dirección de la obra.
- b)- De un programa de trabajo en el que se estudiarán independientemente, los distintos tajos de la obra, indicando los rendimientos a obtener, al principio, al final y en el intermedio de su ejecución.

### **3.1.4. PLAZO DE EJECUCIÓN**

El plazo de ejecución de las obras será de OCHO (8) MESES a partir del día siguiente a la firma del Acta de Replanteo.

### **3.1.5. NORMAS DE SEGURIDAD**

Será cuenta de la Empresa Adjudicataria el cumplir con todas las Normas de Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales, así como procurar la mayor seguridad para los usuarios de calles, carreteras, plazas, colocando y conservando en todo momento la señalización correcta, según las Normas e Instrucciones de la Administración competente.



### **3.1.6. ACCESO A LAS OBRAS**

Los caminos y demás vías de acceso construidos por el Contratista serán conservados, durante la ejecución de las obras, por su cuenta y riesgo, así como aquellos ya existentes y puestos a su disposición.

La Dirección de Obra, se reserva para sí el uso de estas instalaciones de acceso sin colaborar en los gastos de conservación.

### **3.1.7. INSTALACIONES, MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES**

El Contratista está obligado a realizar por su cuenta y riesgo las obras auxiliares necesarias para la ejecución del Proyecto objeto de estas Prescripciones. Asimismo, someterá a la aprobación de la Dirección de Obra, las instalaciones, medios y servicios generales adecuados para realizar las obras en las condiciones técnicas requeridas y en los plazos previstos.

El coste de todas las obras accesorias y auxiliares, como caminos edificios, saneamiento, redes de agua y electricidad, teléfono y demás, necesarios para la ejecución de las obras, viene incluido proporcionalmente en los precios unitarios, por lo que el Contratista no tendrá opción al pago individualizado por estos conceptos salvo lo especificado en el Cuadro de Precios número uno (1).

Dichas instalaciones se proyectarán y mantendrán de forma que en todo momento se cumpla con la normativa de Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales.

### **3.1.8. MODIFICACIÓN DE SERVICIOS**

Si para la ejecución de las obras incluidas en el presente proyecto fuera necesario modificar alguno de los servicios no considerados en él, la modificación se llevará a efecto cumpliendo las Normas y Reglamentos vigentes, así como todas las disposiciones que a este respecto rijan en el momento.

### **3.1.9. OBRAS NO ESPECIFICADAS EN EL PRESENTE PLIEGO**

Se ejecutarán con arreglo a lo que la costumbre ha sancionado como práctica de la buena construcción, siguiendo cuantas instrucciones de detalle fije el Ingeniero Director de Obra o persona en quien delegue.

### **3.1.10. MEDICIÓN Y ABONO DE OTRAS OBRAS**

Las unidades de obra, cuya forma de medición y abono no estén mencionadas o estuviesen ejecutadas con arreglo a especificaciones y en plazo, se abonarán en su caso, por unidad, longitud, superficie, volumen o peso puesto en obra según su naturaleza, de acuerdo con las dimensiones y procedimientos de medición que señale la Dirección de Obra y a la que se sujetará el Contratista.



### **3.1.11. OBRAS CONCLUIDAS**

Las obras concluidas se abonarán con arreglo a los precios consignados en el Cuadro de Precios nº 1 del Presupuesto. Dichos precios incluyen todos los medios auxiliares, elementos complementarios y costes indirectos necesarios para la completa ejecución de las unidades de obra, sin que el Contratista pueda demandar cantidades adicionales a los precios señalados en dicho Cuadro de Precios nº 1.

### **3.1.12. OBRAS INCOMPLETAS**

Cuando como consecuencia de rescisión o por otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del Cuadro nº2.

### **3.1.13. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS**

El Contratista quedará obligado a demoler y reconstruir por su cuenta, sin derecho a reclamación alguna, las obras defectuosas que fuesen inaceptables a juicio del Ingeniero Director o personal en quien delegue.

En el caso de existir la posibilidad de aceptar una parte de obra a pesar de ser defectuosas, el precio sufrirá una penalización fijada por la Dirección de Obra.

Hasta la terminación del contrato, el Contratista será responsable de la ejecución de la obra contratada y de las faltas que en ellas hubiere, no eximiéndole de tal responsabilidad el hecho de que los representantes de la Propiedad hayan examinado o reconocido, durante la construcción las partes y unidades de la obra o los materiales empleados, ni que hayan sido incluidos en las certificaciones parciales.

Si la obra se arruina o aparecen vicios ocultos debido al incumplimiento doloso del contrato por parte del Contratista, con posterioridad a la recepción definitiva, éste responderá de los daños y perjuicios en el término de cinco (5) años a partir de dicha recepción definitiva.

Transcurrido este plazo, quedará totalmente extinguida su responsabilidad.

### **3.1.14. DEMOLICIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS Y SUS GASTOS**

Si se advierten vicios o defectos en la construcción o se tienen razones fundadas para creer que existen vicios ocultos en la obra ejecutada, la Dirección ordenará, durante el curso de la ejecución y siempre antes de la recepción definitiva, la demolición y reconstrucción de las unidades de obra en que se den aquéllas, o las acciones precisas para comprobar la existencia de tales defectos.

Si la Dirección ordena la demolición y reconstrucción por advertir vicios o defectos patentes en la construcción, los gastos de esas operaciones serán de cuenta del



Contratista, con derecho de éste a reclamar ante el Servicio Municipal de Aguas en el plazo de diez (10) días, contados a partir de la notificación escrita de la Dirección.

En el caso de ordenarse la demolición y reconstrucción de unidades de obra por creer existentes en ellas vicios o defectos ocultos, los gastos incumbirán también al Contratista.

Si la Dirección estima que las unidades de obra defectuosas y que no cumplen estrictamente las condiciones del contrato son, sin embargo, admisibles, puede proponer a Dirección de Obra la aceptación de las mismas, con la consiguiente rebaja de los precios. El Contratista queda obligado a aceptar los precios rebajados fijados por la Dirección, a no ser que prefiera demoler y reconstruir las unidades defectuosas por su cuenta, y con arreglo a las condiciones del Contrato.

### **3.1.15. PRECIOS CONTRADICTORIOS**

Cuando sea preciso, a juicio del Director, ejecutar unidades de obra no previstas en el presente Proyecto, éste propondrá los nuevos precios basándose en la aplicación de los costes elementales fijados en la descomposición de los precios del Cuadro de Precios número dos (2).

Dichos precios deberán ser aprobados por Dirección de Obra y, a partir de su aprobación, se considerarán incorporados a todos los efectos, a los cuadros de precios del Proyecto, sin perjuicio de lo establecido en los artículos 158 a 162 del Reglamento General de Ley de Contratación de las Administraciones Públicas.

### **3.1.16. DEFINICIÓN DEL PRECIO UNITARIO**

Quedan establecidos en el Cuadro de Precios número uno (1) los precios unitarios correspondientes a todas las unidades del proyecto.

Los precios unitarios que figuran en el cuadro de precios, comprenden todos los gastos necesarios para la ejecución y perfecta terminación de acuerdo con las condiciones exigidas en este Pliego de cada unidad de obra, medida según se especifica en los Artículos siguientes. En estos precios se incluyen no sólo los directamente correspondientes a la unidad de obra, tales como materiales, maquinaria, mano de obra, operaciones, etc... sino también los indirectos, así como los que se originarán del transporte y vertido en el lugar adecuado de los productos sobrantes y de la limpieza final de la obra.

### **3.1.17. PRECIOS DEFINITIVOS**

Todas las unidades de obra se abonarán de acuerdo con los precios establecidos en los Cuadros de Precios del Proyecto, afectados por las variaciones correspondientes a los porcentajes definidos de gastos generales y beneficio industrial, así como a las bajas ofertadas en la adjudicación de las obras y sometidas a las revisiones periódicas que en su caso correspondan, incluyendo el Impuesto sobre el Valor Añadido (I.V.A.).





## 3.2. MATERIALES. ASPECTOS GENERALES

### 3.2.1. PROCEDENCIA, CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS MATERIALES

Todos los materiales que se empleen en las obras, figuren o no en este Pliego, reunirán las condiciones de calidad exigibles en la buena práctica de la construcción; y la aceptación por la Propiedad de una marca, fábrica o lugar de extracción no exime al Contratista del cumplimiento de estas Prescripciones.

Cumplida esta premisa, así como las que expresamente se prescriben para cada material en los artículos de este Pliego, queda de la total iniciativa del Contratista la elección del punto de origen de los materiales, cumpliendo las siguientes **normas**:

-No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados en los términos y forma que prescriba la Dirección de Obra, o persona en quien delegue.

-Las pruebas y ensayos ordenados se llevarán a cabo bajo la supervisión de la Dirección de Obra o Técnico en quien delegue.

-Dichos ensayos podrán realizarse en los laboratorios de obra si los hubiese o en los que designe la Dirección de Obra y de acuerdo con sus instrucciones.

-En caso de que el Contratista no estuviese conforme con los procedimientos seguidos para realizar los ensayos, se someterá la cuestión a un laboratorio designado de común acuerdo y en su defecto al Laboratorio Central de Ensayos de Materiales de Construcción, dependiente del Centro Experimental de Obras Públicas, siendo obligatorio para ambas partes la aceptación de los resultados que en él se obtengan y las condiciones que formule dicho Laboratorio.

-Todos los gastos de pruebas y ensayos serán de cuenta del Contratista y se consideran incluidos en los precios de las unidades de Obra, con la limitación máxima del uno por cien (1%) de los costos totales de cada unidad de obra.

-La Dirección de Obra se reserva el derecho de controlar y comprobar antes de su empleo la calidad de los materiales deteriorables tales como los conglomerados hidráulicos. Por consiguiente, podrá exigir el Contratista que, por cuenta de éste, entregue al laboratorio designado por la Dirección la cantidad suficiente de materiales para ser ensayados; y éste lo hará con la antelación necesaria, en evitación de retrasos que por este concepto pudieran producirse, que en tal caso se imputarán al Contratista.

-Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego o no tuvieran la preparación en ellos exigida o cuando a falta de prescripciones formales del Pliego se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto la Dirección de Obra dará orden al Contratista para que a su costa los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o cumplan con el objetivo al que se destinen.





-Los materiales rechazados deberán ser inmediatamente retirados de la Obra por cuenta y riesgo del Contratista, o vertidos en los lugares indicados por la Dirección de Obra.

-A efectos de cumplir con lo establecido en este Artículo, el Contratista presentará por escrito a la Dirección de la Obra la siguiente documentación, en un plazo no superior a 30 días, a partir de la fecha de la firma del Contrato de adjudicación de las obras:

- a) Memoria descriptiva del Laboratorio de obra, indicando, equipos, marca y características de lo mismos previstos para el control de las obras.
- b) Personal Técnico y Auxiliar que se encargará de los trabajos de control en el Laboratorio.
- c) Laboratorio dependiente de algún organismo oficial, en que se piensen realizar otros ensayos o como verificación de los realizados en obra.
- d) Forma de proceder para cumplir con lo indicado anteriormente según el tipo de material y forma de recepción en obra. La Dirección de la Obra, aprobará dicho informe en el plazo de 20 días o expondrá sus reparos al mismo.

### **3.2.2. CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS ACOPIOS A PIE DE OBRA**

El Contratista deberá disponer los acopios de materiales a pie de obra de modo que éstos no sufran demérito por la acción de los agentes atmosféricos.

Deberá conservar, en este extremo, las indicaciones de la Dirección de Obra, no teniendo derecho a indemnización alguna por las pérdidas que pudiera sufrir como consecuencia del incumplimiento de lo dispuesto en este artículo.

Se entiende a este respecto que todo material puede ser rechazado en el momento de su empleo si en tal instante no cumple las condiciones expresadas en este Pliego, aunque con anterioridad hubiera sido aceptado.

Los materiales serán transportados, manejados y almacenados en la obra, de modo que estén protegidos de daños, deterioro y contaminación.

### **3.2.3. MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN EL PPTP**

Cuando se hayan de usar otros materiales no especificados en este Pliego, se entenderá que han de ser de la mejor calidad y dar cumplimiento a las indicaciones que al respecto figuren en los planos, en todo caso las condiciones que habrán de reunir así como sus dimensiones, clase o tipos serán los que en su momento fije la Dirección de Obra.



### 3.3. OBRAS DE TIERRA Y DEMOLICIONES

#### 3.3.1. EXCAVACIÓN EN APERTURA DE ZANJAS PARA ALOJAMIENTO DE TUBERÍAS

##### 3.3.1.1. *Definición*

Se incluyen en esta unidad las operaciones necesarias para la apertura de zanjas en cualquier clase de terreno, tanto si es roca dura como en tierra, que se presente en la obra.

La excavación en préstamos para el relleno, si la hubiera, queda incluida en la unidad de relleno correspondiente.

Se considera la excavación no clasificada.

Comprende también esta unidad el refinado de los fondos y taludes.

##### 3.3.1.2. *Ejecución de las obras*

No se procederá a la excavación ni al relleno de zanjas sin previo reconocimiento y autorización de la Dirección de obra o persona en quien delegue.

El Director de la obra decidirá la posterior utilización de los productos obtenidos en cada zona de excavación, destinándolos a los rellenos proyectados u ordenando su transporte a vertedero. Para ello, va incluida en esta unidad, la posible clasificación por calidad del suelo.

El material procedente de las excavaciones se apilará lo suficientemente alejado de las zanjas, para evitar el desmoronamiento de éstos o que el desprendimiento del mismo pueda poner en peligro a los trabajadores.

Estas tierras se depositarán a una distancia mínima de un metro del borde, y a un solo lado de éstas, y sin formar cordón continuo, dejando los pasos necesarios para el tránsito general y para entrada a las viviendas contiguas, todo lo cual se hará utilizando pasarelas rígidas sobre las zanjas.

En los casos en que las excavaciones afecten a los pavimentos, los materiales que puedan ser usados en la restauración de los mismos, deberán ser separados del material general de la excavación.

Cuando exista coincidencia con otras redes, y cruces con otros servicios no previstos que sea necesario desmontar y conservar por razones de economía, respecto a la profundidad mínima de las zanjas fijada por EMUASA en 1,20 metros, la profundidad mínima a la que se instalarán de nuevo, será:

- Bajo calzadas o en terreno de posible tráfico rodado, la profundidad mínima será tal que la generatriz superior de la tubería quede por lo menos a 1,20 m. de la superficie.





- En aceras o lugares sin tráfico rodado se podrá disminuir este recubrimiento a ochenta (80) centímetros.

- Cuando por razones topográficas, por la presencia de otras canalizaciones o cualquier otra razón, no se pudiera respetar los mínimos anteriormente citados, se tomarán, por la Dirección de Obra, las medidas de protección necesarias.

Las conducciones de agua se situarán en plano superior a las de saneamiento, con distancias vertical y horizontal entre una y otra no menor de un (1) metro, medido entre planos tangentes, horizontales y verticales a cada tubería más próxima entre sí. En los casos en que no se pueda mantener esta distancia, la Dirección de obra deberá definir la reducción o las precauciones especiales a adoptar.

La ejecución de zanjas para emplazamiento de tuberías en zonas próximas a las edificaciones, se ajustará a las siguientes normas complementarias y las ya establecidas:

- No transcurrirán más de dos (2) días entre la excavación de la zanja y la colocación de la tubería.

- Se marcará sobre el terreno, su situación y límites, que no deberá exceder de los que han servido de base a la redacción del Proyecto y que serán los que han de servir de base para el abono del arranque y reposición del pavimento.

- Las excavaciones se entibarán cuando sea necesario, así como también, los edificios situados en las inmediaciones, en condiciones tales que hagan imposible tener avería alguna.

- Deberán respetarse cuantos servicios y servidumbres se descubran al abrir las zanjas, disponiendo de los aperos necesarios. Cuando hayan de ejecutarse obras por tales conceptos, lo ordenará la Dirección de las Obras.

- Los agotamientos que sean necesarios se harán reuniendo las aguas en pocillos construidos fuera de la línea de Alcantarillado.

- La obra estará totalmente balizada en su contorno mediante enrejado de PEMD. mono orientado de 40 mm. x 75 mm. de dimensiones de malla en color naranja de 1 cm. de anchura mínima de hilo, la altura de la malla desde el suelo será de 1,20 m. y se fijará mediante la instalación de piquetes de PVC extruido de alta resistencia, multiperforado para permitir la colocación de la malla, color bambú de 1,20 m. de altura y 3,2 cm. de diámetro.

Estos piquetes se dispondrán con una separación de 2,00 m. y estarán anclados mediante pies de PVC para piquetes de un peso mínimo de 12 Kg. en color negro de 40 x 40 cm. de dimensiones en planta.

Los elementos de señalización y protección deberán mantenerse en perfecto estado de conservación y pintura. Todos los elementos de protección indicados en el presente Pliego de Condiciones Facultativas, deberán hallarse en obra al darse comienzo la misma, no autorizándose en caso contrario.



- Si fuese preciso efectuar voladuras, se adoptarán precauciones para la protección de personas y propiedades, siempre de acuerdo con la legislación vigente y normas municipales.

Las zanjas se abrirán a mano en aquellos tramos que no tengan acceso las máquinas, pero su trazado deberá ser correcto, perfectamente alineadas en planta y con la rasante uniforme.

Los nichos del fondo y de las paredes para el emplazamiento de las juntas no se efectuarán hasta el momento de montar los tubos y a medida que se verifique esta operación, para asegurar su posición y conservación.

Las zanjas se excavarán hasta la línea de la rasante, siempre que el terreno sea uniforme. En el caso de terrenos arcillosos o margosos de fácil meteorización, se dejará sin excavar unos veinte (20) centímetros sobre la rasante de la solera, para realizar su acabado cuando se piense instalar.

Si en la rasante de la excavación quedan al descubierto piedras, cimentaciones o restos de antiguas edificaciones enterradas, etc., se aumentará la cota de excavación por debajo de la rasante para efectuar un relleno posterior.

### 3.3.1.3. *Medición y abono*

La excavación se medirá por metros cúbicos (m<sup>3</sup>), deducidos por diferencia entre los perfiles reales del terreno antes de comenzar los trabajos y los reales una vez realizada la misma.

No serán de abono ni los excesos no autorizados expresamente por la Dirección de obra ni los rellenos compactados que fueran precisos para reconstruir la sección tipo teórica en el caso de que la profundidad de la excavación fuese mayor de la necesaria.

El precio comprende también señales de peligro, alumbrado y perfilado final.

Los desprendimientos que se produzcan no serán motivo de abono complementario.

## 3.3.2. **TERRAPLENES Y RELLENOS**

### 3.3.2.1. *Características de los materiales*

#### **Zahorra natural:**

Los materiales serán áridos naturales, o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, escorias, suelos seleccionados, o materiales locales, exentos de arcilla, marga u otras materias extrañas.

- Granulometría.





- La fracción cernida por el tamiz 0,080 UNE será menor que los dos tercios (2/3) de la fracción cernida por el tamiz 0,40 UNE, en peso.
- La curva granulométrica de los materiales estará comprendida dentro de los límites correspondientes al huso S-3.

Cedazos y Tamices UNE	Cernido Ponderal Acumulado (%) S3
50	-
25	100
10	50-85
5	35-65
2	25-50
0,40	15-30
0,0080	5-15

- El tamaño máximo no rebasará la mitad (1/2) del espesor de la tongada compactada, y nunca será mayor de 50 mm.

- Características.

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a cincuenta (50).

Tendrá un índice CBR superior a veinte (20), determinado de acuerdo con la Norma NLT-111/58.

El material será no plástico, y el equivalente de arena será superior a treinta (30).

**Zahorra artificial**

- Definición y materiales.

Zahorra artificial es una mezcla de áridos, total o parcialmente machacados, en la que la granulometría del conjunto de los elementos que la componen es de tipo continuo.

Los materiales procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, en cuyo caso la fracción retenida por el tamiz 5 UNE deberá contener, como mínimo, un cincuenta por ciento (50%), en peso, de elementos machacados que presenten dos (2) caras o más de fractura.





El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

**Granulometría:**

- La fracción cernida por el tamiz 0,080 UNE será menor que la mitad (1/2) de la fracción cernida por el tamiz 0,40 UNE, en peso.
- La curva granulométrica de los materiales estará comprendida dentro del huso Z2.
- El tamaño máximo no rebasará la mitad (1/2) del espesor de la tongada compactada, y nunca será mayor de 50 mm.

Cedazos y Tamices UNE	Cernido Ponderal Acumulado (%) Z-2
50	-
40	100
25	70-100
20	60-90
10	45-75
5	30-60
2	20-45
0,40	10-30
0,080	5-15

**Características:**

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta y cinco (35).

El material será no plástico.

El equivalente de arena será superior a treinta (30).

Las anteriores determinaciones se harán de acuerdo con las Normas de ensayo NLT-105/72, NLT-106/72 y NLT-113/72.

**3.3.2.2. Ejecución de terraplenes y rellenos**

Una vez colocada la tubería, el relleno de las zanjas se compactará por tongadas sucesivas.



Se tendrá especial cuidado en el procedimiento empleado para terraplenar zanjas y consolidar los rellenos, de forma que no produzcan movimientos en las tuberías.

Los materiales se extenderán en tongadas evitando su segregación o contaminación y su espesor será aquel que permita obtener el grado de compactación exigido en el presente pliego con los medios mecánicos disponibles, no siendo mayor de 20 cm. Si es preciso se procederá a su humectación antes de la compactación.

La compactación no será inferior al 95 % del Ensayo Proctor Modificado (NLT-108/72). No se extenderá ninguna tongada hasta que no se haya comprobado la nivelación y grado de compactación de la capa precedente.

No se permitirá el tráfico hasta que se haya finalizado la compactación.

### **3.3.2.3. *Medición y abono***

Los terraplenes y rellenos se medirán y abonarán por metro cúbico (m<sup>3</sup>) según perfil real medido en obra, correspondiente a cada sección una vez asentada y consolidada, descontando el volumen ocupado por la tubería y elementos accesorios.

Para ello se medirán los perfiles de cada sección de control antes y después de ejecutar la unidad de obra, deduciendo el volumen por diferencia.

En el precio está incluido el importe del material y su colocación en obra, hasta alcanzar las dimensiones definitivas definidas en el Proyecto.

Serán de abono tan sólo los volúmenes que queden dentro de perfil.

### **3.3.3. PEDRAPLENES**

Los pedraplenes de asiento de las tuberías, se realizarán de acuerdo con las indicaciones del Pliego de Prescripciones Generales para Obras de Carreteras y Puentes. PG-3.

Se medirán y abonarán de igual manera que los terraplenes y rellenos.

### **3.3.4. DEMOLICIONES**





Las obras de fábrica, estructuras y edificaciones se medirán y abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>), las losas y pavimentos por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y las tuberías y bordillos por metros lineales (m.l.).

En el precio no está incluido el transporte a vertedero de productos procedentes de la demolición.

### **3.3.5. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS MEDIANTE PERFORACIÓN HORIZONTAL**

El sistema de perforación horizontal se realizará con una máquina accionada hidráulicamente mediante un generador hidráulico con motor eléctrico o térmico, y ubicada en un pozo de ataque situado en uno de los lados de la perforación a efectuar y de dimensiones aproximadas de 10 x 4 m. en planta y altura variable según la rasante de la perforación requerida.

Este equipo se compondrá de un tornillo sinfín embutido en una camisa de chapa de acero de diámetro interior variable según necesidad, y 10 mm. de espesor. Ambos elementos (tornillo y tubo de chapa) serán empujados a la vez por los gatos hidráulicos, teniendo el tornillo su movimiento adicional de rotación que produce la extracción del terreno, expulsándolo por la parte trasera del tubo y posibilita el avance del conjunto. Es importante destacar que el avance de la perforación y el encamisado habrá de ser continuo y simultáneo, no habiendo en ningún momento, zonas en las que se haya extraído el terreno sin entubar, garantizando así la no aparición de cavernas por desplazamiento de terreno. Esto será posible por el pequeño diámetro (entre Ø200 y Ø1000 mm. en términos relativos) de la perforación, que permitirá la realización totalmente mecánica de la misma, evitando intervenciones manuales.

El control de la rasante se realizará durante la perforación mediante sistema de nivelación por láser, garantizándose en todo momento la pendiente definida en proyecto para el tramo de la hinca.

Este proceso se ajustará a las condiciones establecidas por los Organismos afectados.

### **3.3.6. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS MEDIANTE HINCA HORIZONTAL**

El sistema de instalación de tuberías por Hinca-Horizontal se efectuará utilizando una cabeza de escudo rotatorio empujada por gatos hidráulicos. A continuación se colocará la tubería de camisa (de chapa de acero de 10 mm. de espesor o de hormigón armado de resistencia adecuada a las cargas externas que ha de soportar en cada caso), de forma que el avance del escudo y la tubería sea simultáneo para asegurar que no se producen cavidades en el terreno.



La extracción de producto de la hinca se efectuará por un sistema de tornillo sinfín, cinta transportadora o bombeo, indistintamente, y simultáneamente a la hinca.

El avance del conjunto será guiado por un equipo de nivelación por rayos láser para que se garantice en todo momento la pendiente definida en proyecto para el tramo de hinca.

Este proceso se ajustará a las condiciones establecidas por los organismos afectados.

### **3.3.7. REPOSICIÓN DE TUBERÍA SIN APERTURA DE ZANJA (GRUNDOCRACK)**

El sistema de reposición de tuberías sin apertura de zanja mediante rotura neumática y tracción mecánica se realizará con un equipo tipo Grundocrack o similar. Este sistema combina la acción percutora de un cabezal o elemento rompedor y la tracción mecánica constante ejercida por un cabrestante, lo que le permite abrirse camino de forma efectiva a través de la vieja conducción.

Un cono dilatador situado en la parte posterior del elemento rompedor desplaza y compacta los fragmentos de la tubería existente y el terreno circundante, dejando espacio para la colocación segura de la nueva.

Se prepararán primero los puntos de entrada y salida del cabezal en los extremos del conducto existente: son las catas de lanzamiento o salida. En los puntos donde se produzca un cambio en la rasante o en la alineación de la tubería también se realizará una apertura para facilitar al cabezal rompedor realizar dicho cambio: son las catas intermedias.

Las catas se ubicarán en la mayoría de los casos en los pozos de registro que ya existen, y que deberán demolerse previamente. Una vez terminada la sustitución de la tubería se reconstruirán de acuerdo con lo establecido en este Pliego. Igualmente los pozos que resulten dañados por el paso del elemento rompedor pero que no hayan sido demolidos serán reparados de modo que queden en perfecto estado.

La nueva tubería será de polietileno y estará montada inicialmente en toda su longitud (mediante soldadura a tope) en las proximidades de la cata de lanzamiento. Fijada a la parte posterior del cabezal rompedor, seguirá a éste en su penetración.

El diámetro y demás características de la nueva tubería de polietileno serán elegidas en función de la tubería a sustituir y las condiciones impuestas en cada Proyecto. El cono dilatador será elegido en función del diámetro exterior de la tubería de polietileno, de modo que quede garantizado el firme ajuste entre ambos.

Las características del cable guía de acero, del cabrestante de tensión hidráulica constante y del compresor neumático que alimenta el cabezal percutor y rompedor de tubería serán adecuados para las condiciones requeridas en cada Proyecto.





La tensión proporcionada por el cabrestante produce la fricción necesaria del cabezal rompedor y lo guía a través de la vieja tubería. Se destaca la importancia de la correcta elección del compresor, dada su influencia en la velocidad del proceso de sustitución.

### 3.4. GEOTEXTILES

El geotextil a utilizar deberá ser del tipo no-tejido, cien por cien (100%) polipropileno, de peso específico superior a ocho con noventa y tres newtons por decímetro cúbico ( $8,93 \text{ N/dm}^3$ ), termosoldado, resistente a la acción de los ácidos y álcalis naturales del terreno así como al efecto bacteriológico, resistente al punzonamiento y tracción, permeable pero que actúe como elemento separador, reteniendo los finos.

Para la zona del trasdós del muelle se dispondrá un geotextil como lámina anticontaminante en la zona de juntas, con las siguientes características técnicas:

Peso unitario	1,47 N/m <sup>2</sup>
Espesor a 200 kN/m <sup>2</sup>	0,40 mm
Resistencia a tracción	10,7 kN/m (anchura 50 cm, NF-G 38-014)
Elongación a carga máxima:	43%
Resistencia al punzonamiento	250 N (ASTM D-3787)
Flujo a 10 cm columna de agua	75 l./m <sup>2</sup> .s. (De Voorst)
Tamaño máximo de poro ( $\phi_{95}$ )	140 $\mu\text{m}$ (tamizado en seco De Voorst)

### 3.5. FIRMES Y PAVIMENTOS

#### 3.5.1. MACADAM PARA BASES

El árido para base de macadam procederá del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, debiendo contener en cualquier caso, al menos un setenta y cinco por ciento en peso de elementos que presenten tres o más caras de fractura.

Se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes de uniformidad razonable. No tendrán estructura hojosa ni polvo, suciedad y otras materias extrañas en cantidades superiores al tres por ciento de peso.

El coeficiente de calidad, medido por el ensayo de los Angeles, será inferior a veinticinco (25).

Las pérdidas de árido, sometido a la acción de soluciones de sulfato sódico y magnésico, en cinco ciclos, serán inferiores al doce por ciento y al quince por ciento, respectivamente.

Las características del árido grueso y recebo a emplear en base de macadam, se comprobarán antes de su utilización, entendiéndose que las cifras que se dan son mínimas y se refieren a cada una de las procedencias elegidas.

Por cada mil metros cúbicos o fracción de árido grueso a emplear, se realizará:



- Un análisis granulométrico.
- Además, por cada una de las procedencias:
- Un análisis granulométrico.
  - Un ensayo de límite de Atterberg.
  - Dos ensayos de equivalente de arena.

### **3.5.2. REPOSICIÓN DE FIRME SOBRE BASE DE MACADAM**

Sobre la base de macadam se aplicará para reponer el pavimento, un riego de imprimación con un kilogramo por metro cuadrado de emulsión asfáltica ECR-1 y un pavimento de 5, cm. de espesor de mezcla bituminosa en caliente, tipo D-20 de pórfido.

### **3.5.3. REPOSICIÓN DE FIRME CON MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE**

En zonas urbanas y caminos provistos de aglomerado asfáltico, la reposición se efectuará con una sub-base de hormigón tipo HM-20 de 20 cm. de espesor y una mezcla bituminosa en caliente de doce (12) cm. de espesor mínimo, dispuesto en dos (2) capas de seis (6) cm. cada una, precedidas por sus correspondientes riegos de imprimación y adherencia. Posteriormente se extenderá una capa de slurry de veinte (20) cm. de anchura en cada una de las uniones con el aglomerado existente, con el fin de reforzar el sellado del mismo. cuando la longitud de la zanja sea inferior a 20 m. el slurry se extenderá en todo el ancho de la zanja aglomerada.

En caminos que estén provistos de tratamiento superficial, la reposición se efectuará con una sub-base de zahorra artificial ZA-25 con un espesor mínimo de 40 cm., precedido de un riego de imprimación y adherencia, y una capa de seis (6) cm. de mezcla bituminosa en caliente.

Tanto el material como su puesta en obra y extendido, satisfarán a lo establecido por el Pliego de Condiciones de la Dirección General de Carreteras y Puentes (PG-3).

### **3.5.4. REPOSICIÓN DE FIRME CON MEZCLA BITUMINOSA**

Solamente en casos excepcionales, podrán ser utilizados aglomerados en frío y siempre previa autorización del director de la obra en cada caso concreto.

### **3.5.5. MEDICIÓN Y ABONO**

Las obras se medirán y abonarán por unidades realmente ejecutadas no admitiéndose los excesos no autorizados expresamente por la Dirección de obra.



## 3.6. OBRAS DE HORMIGÓN

### 3.6.1. MATERIALES DEL HORMIGÓN

#### 3.6.1.1. **Agua**

##### **Agua para la fabricación de morteros y hormigones**

El agua de amasado ha de cumplir las siguientes condiciones:

- Deberá estar exenta de limo, arcilla y sólidos en suspensión. Su turbiedad determinada con el turbidímetro Jakson no será mayor de mil partes por millón (1.000 ppm).
- La cantidad de sustancias disueltas será inferior a quince gramos por litro (15 gr/1.000 c.c.).
- El grado de acidez, medido por su PH, no deberá ser inferior a cinco (5).
  - La concentración de los sulfatos expresados en  $SO_4=$  será inferior a un gramo por litro (1 gr/1.000 c.c.) excepto para los cementos Portland de la clase P.A.S. resistentes a los agresivos selenitosos, en que el límite puede elevarse a cinco gramos por litro (5 gr/1.000 c.c.).
- La concentración en cloruros, expresado en ion cloro (Cl-) no será mayor de seis gramos por litro (6 gr/1.000 c.c.) en hormigones armados, o que contengan cualquier embebido metálico. Para hormigón en masa el límite será veinte gramos por litro (20 gr/1.000 c.c.).
- El contenido máximo de sulfuros, expresados en azufre será de medio gramo por litro (0,5 gr/1.000 c.c.).

##### **Agua de curado.**

El agua utilizada para el curado del hormigón ha de cumplir con los límites establecidos para el agua de amasado. Queda totalmente excluida el agua del mar en el curado de cualquier tipo de hormigones o morteros.

En general, serán rechazadas tanto para el amasado como para el curado, aquellas aguas con sustancias o en suspensión, no reseñadas en estos apartados, que resulten perjudiciales para cualquiera de los procesos de fraguado, curado y endurecimiento de morteros y hormigones. La toma de muestras y los análisis se harán de acuerdo a los análisis de las normas UNE reseñadas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

La toma de muestras y los análisis anteriormente prescritos deberán realizarse en la forma indicada en los métodos de ensayo UNE-7236, UNE-7234, UNE-7130, UNE-7131, UNE-7178, UNE-7132 y UNE-7235.

#### 3.6.1.2. **Cemento:**

El cemento utilizable será del tipo CEM I-32,5N SR





En ningún caso podrá ser variado el tipo, clase o categoría del cemento asignado a cada unidad de obra sin la autorización expresa de la Dirección de Obra.

Se procurará disponer de un solo proveedor de cemento para cada unidad de obra, en orden a mantener una uniformidad de calidad, para lo cual el Contratista deberá tener previsto suficiente stock almacenado para cubrir posibles retrasos o fallos de suministro, ya que dichos retrasos no serán motivo de modificación en el programa de obra. En caso de hormigones vistos es preceptivo el mantenimiento de un solo proveedor en atención a mantener un color uniforme.

Las condiciones de transporte y almacenamiento deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.

La recepción, ensayos y control se atenderán siempre a las Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos y las observaciones pertinentes de la Dirección de Obra.

### **3.6.1.3. Áridos para morteros y hormigones**

Los áridos que se empleen en la fábrica de morteros y hormigones deberán cumplir las condiciones señaladas en la "Instrucción de Hormigón Estructural".

Las características mecánicas y de peso específico, serán las adecuadas para conseguir en el hormigón las resistencias y densidades mínimos que en cada caso se especifique.

La naturaleza y composición química de los áridos ha de ser tal que no resulten activos a los componentes del cemento, y no posean en su superficie sustancias que impidan la adherencia con el mismo.

No deberán emplearse, por tanto, áridos procedentes de rocas blandas, friables, porosas, ni los que contengan nódulos de pirita, yeso o compuestos ferrosos o elementos alterables por el agua de mar.

Los áridos a utilizar podrán ser tanto de origen natural (áridos rodados), como de origen artificial (de machaqueo), o bien mezcla de ambos, siempre que cumplan las condiciones que se especifican.

El Contratista deberá tener previsto el almacenaje de los áridos en cantidad suficiente para paliar las posibles anomalías en el suministro de los mismos, separados según sus diferentes tipos, y evitando segregaciones que alteren la granulometría de cada tamaño.

Se define como árido "árido grueso" el material granular que no pasa por el tamiz de malla de cinco milímetros (5 mm) de luz (tamiz nº5 UNE-7050).

Se entiende por "arena o árido fino" (según Norma UNE 7050) el material granular que pasa por un tamiz de cinco milímetros (5 mm) de luz.

El tamaño máximo del árido cumplirá las limitaciones del apartado 28.2. de la Instrucción EHE-99, en todo caso no será superior a 80 mm.





El coeficiente de forma, tal como se define en el artículo 28.3. de la ya citada Instrucción EHE, no será inferior en ningún caso a 0,15.

En la constitución del árido no entrarán materiales nocivos tales como materias carbonosas, cloruros en proporción mayor a un centigramo por litro de muestra (0,01 gr/l) y sulfatos en proporción mayor al uno con dos por ciento en peso (1,2%) determinados según el ensayo UNE 7245. No contendrá materia orgánica, y en todo caso ensayos con el método UNE 7082 producirán un color más claro que la sustancia patrón.

No se admitirá en ningún caso que la arcilla o el polvo producido por la trituración de la roca, queden adheridos al árido, evitándolo si es preciso, mediante lavado. El agua de lavado cumplirá las mismas condiciones que el agua de amasado.

La cantidad de sustancias perjudiciales, adheridas al árido, antes de su utilización no excederá de los límites indicados en la norma UNE-41.111.

El árido no presentará una pérdida de peso superior al 12% y al 18% cuando se le someta a cinco (5) ciclos consecutivos de tratamiento de disoluciones de sulfato sódico y magnésico respectivamente (ensayo UNE 7136).

Los áridos deberán almacenarse de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación por el ambiente, y especialmente, por el terreno, no debiendo mezclarse de forma incontrolada los distintos tamaños.

Deberán también tomarse las necesarias precauciones para eliminar en lo posible la segregación, tanto durante el almacenamiento como durante su transporte.

#### **3.6.1.4. Aditivos para morteros y hormigones**

Podrán realizarse cualquier tipo de aditivo de masa en la fabricación de morteros y hormigones, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) Autorización escrita de la Dirección de Obra previa propuesta del tipo de aditivo, marca, porcentaje de mezcla y catálogo de utilización.
- b) Marca y tipo de aditivo de garantía, perfectamente envasado, y que la práctica haya demostrado tanto su efectividad como la ausencia de defectos secundarios perjudiciales para el hormigón o las armaduras.
- c) Ensayos previos a la puesta en obra del hormigón, por cuenta del Contratista, realizando tres series de ensayos: con la proporción indicada en catálogo, con la mitad de la proporción y con el doble de la misma.

A la vista de los resultados de los ensayos, la Dirección de Obra aceptará o no la utilización de determinado aditivo.

- Condiciones generales.





- a) A igualdad de temperatura, la densidad y viscosidad a los aditivos líquidos o de sus soluciones o suspensiones en agua, serán uniformes en todas las partidas suministradas y asimismo el color se mantendrá invariable.
  - b) No se permitirá el empleo de aditivos en los que, mediante análisis químicos cualitativos, se encuentren cloruros, sulfatos o cualquier otra materia nociva para el hormigón en cantidades superiores a los límites equivalentes para una unidad de volumen de hormigón o mortero que se toleran en el agua de amasado.
  - c) La solubilidad en el agua debe ser total cualquiera que sea la concentración del producto aditivo.
  - d) El aditivo debe ser neutro frente a los componentes del cemento y los áridos, incluso a largo plazo.
  - e) Los aditivos químicos pueden suministrarse en estado líquido o sólido, pero en este último caso deben ser fácilmente solubles en agua o dispersables, con la estabilidad necesaria para asegurar la homogeneidad de su concentración por lo menos durante diez (10) horas.
- Condiciones particulares.

*Aireantes:*

- a) No se admitirá el empleo de aireantes a base de polvo de aluminio, ni de peróxido de hidrógeno.
- b) No se permitirá el empleo de aireantes no compensados, que puedan producir oclusiones de aire superiores al cinco por ciento (5%).
- c) Únicamente se emplearán aireantes que produzcan burbujas de tamaño uniforme y muy pequeño, de cincuenta (50) a doscientas cincuenta (250) micras.
- d) El pH del producto aislante no será inferior a siete (7) ni superior a diez (10).
- e) Los aireantes no modificarán el tiempo de fraguado del hormigón o mortero.
- f) A igualdad de los demás componentes del hormigón, la presencia de aireantes no disminuirá la resistencia del hormigón a compresión a los veintiocho (28) días en más del cuatro por ciento (4%) por cada uno por ciento (1%) de aumento de aire ocluido, medido con el aparato de presión neumática.
- g) La proporción de aireante no excederá del dos por ciento (2%) en peso del cemento utilizado con conglomerante del hormigón.

*Plastificantes:*

- a) Serán compatibles con los aditivos aireantes por ausencia de reacciones químicas entre plastificantes y aireantes, cuando hayan de emplearse juntas en un mismo hormigón.
- b) No deben aumentar la retracción del fraguado.





- c) Su eficacia debe ser suficiente con pequeñas dosis ponderales respecto de la dosificación del cemento (menos de uno coma cinco por ciento (1,5%) del peso del cemento).
- d) A igualdad en la composición y naturaleza de los áridos, en la dosificación de cemento y en la docilidad del hormigón fresco, la adición de un plastificante debe reducir el agua del amasado y en consecuencia, aumentar la resistencia a compresión a veintiocho (28) días del hormigón, por lo menos en un diez por ciento (10%).
- e) No deben originar una inclusión de aire en el hormigón fresco, superior a un dos por ciento (2%).

#### *Aceleradores de fraguado:*

Para el empleo de cualquier acelerante, y especialmente del cloruro cálcico, se cumplirán las siguientes prescripciones:

- a) Es obligado realizar, antes del uso del acelerante, reiterados ensayos de laboratorio y pruebas de hormigón con los mismos áridos y cemento que hayan de usarse en la obra suficientes para determinar la dosificación estricta del aditivo y que no se produzcan efectos perjudiciales incontrolables.
- b) El cloruro cálcico debe disolverse perfectamente en el agua de amasado antes de ser introducido en la hormigonera.
- c) El tiempo de amasado en la hormigonera ha de ser suficiente para garantizar la distribución uniforme del acelerante en toda la masa.
- d) El cloruro cálcico precipita las sustancias que componen la mayoría de los aditivos aireantes, por lo cual acelerante y aireante deben prepararse en soluciones separadas e introducirse por separado en la hormigonera.
- e) El cloruro cálcico no puede emplearse en los casos de presencia de sulfatos en el conglomerante, en el terreno, o en hormigones que puedan entrar en contacto con el agua de mar durante la fabricación o el curado.
- g) No se permitirá el empleo de cloruro cálcico en estructuras de hormigón armado, salvo casos muy especiales, previa aprobación de la Dirección de Obra.

#### *Colorantes:*

Se definen como colorantes a emplear en hormigones hidráulicos las sustancias que pueden incorporarse al hormigón y fijarse con firmeza a su masa para darle color.

Los pigmentos serán, preferentemente, óxidos metálicos químicos compatibles con los componentes del cemento utilizado y que no se descompongan con los compuestos que se liberan en los procesos de fraguado y endurecimiento de hormigón.

Además, se comprobará su estabilidad de volumen en las condiciones normales de servicio.





No se utilizará ningún tipo de colorante sin la aprobación previa y expresa de la Dirección de obra.

### **3.6.2. HORMIGONES Y MORTEROS**

#### **3.6.2.1. Características**

Todos los hormigones y morteros serán de planta y deberán disponer del sello de calidad INCE o similar, salvo disposición en contrario de la Dirección de Obra, en cuyo caso se seguirá la EHE-08.

Para establecer la dosificación y controlar la consistencia del hormigón, que deberá ser plástica, el Contratista deberá realizar ensayos previos de laboratorio de acuerdo con lo especificado en la EHE.

El nivel de control de calidad se considerará normal y a estos efectos se cumplirá lo especificado en la EHE.

Los morteros cumplirán lo establecido en PG-3, artículo seiscientos once (611).

Los materiales que necesariamente se utilizarán son los definidos para estas obras en los artículos del presente Pliego de Condiciones y cumplirán las prescripciones que para ellos se fijan en los mismos.

Para los distintos elementos las resistencias características mínimas serán las siguientes:

- |  |       |
|--|-------|
| - Hormigón para solera y anclajes          | HM-30 |
| - Hormigón en masa en cunas y medias cañas | HM-20 |
| - Hormigón armado                          | HA-30 |

Cualquier otro elemento no definido aquí, que hubiese de ser hormigonado se ejecutará con el tipo de hormigón que designe la Dirección de Obra.

#### **3.6.2.2. Dosificación**

La dosificación de los materiales se fijará, para cada tipo de hormigón, de acuerdo con las indicaciones dadas en el apartado 3.5.1. debiendo, en todo caso, ser aceptadas por el Ingeniero Director de las Obras.

La dosificación de los diferentes materiales destinados a la fabricación del hormigón, se hará siempre en peso, con la única excepción del agua, cuya dosificación se hará en volumen.

#### **3.6.2.3. Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo**

La ejecución de cualquier mezcla de hormigón en obra no deberá iniciarse hasta que su correspondiente fórmula de trabajo haya sido estudiada y aprobada por el Ingeniero Director.

Dicha fórmula señalará, exactamente, el tipo de cemento Portland a emplear, la clase y tamaño del árido grueso, la consistencia del hormigón y los contenidos,



en peso de cemento, árido fino y árido grueso, y en volumen el agua, todo ello por metro cúbico de mezcla. Sobre las dosificaciones ordenadas, las tolerancias admisibles serán las siguientes:

El uno por ciento en más o en menos, en los áridos.

El uno por ciento en más o en menos, en la cantidad de agua.

La relación agua-cemento se fijará mediante ensayos que permitirán determinar su valor óptimo, habida cuenta de las resistencias exigidas, docilidad, trabazón, métodos de puesta en obra y la necesidad de que el hormigón penetre hasta los últimos rincones del encofrado, envolviendo completamente las armaduras, en su caso.

En todo caso, las dosificaciones elegidas deberán ser capaces de proporcionar hormigones que poseen las cualidades mínimas de resistencia indicadas en 3.5.1.

Para confirmar este extremo antes de iniciarse las obras y una vez fijados los valores óptimos de la consistencia de tales mezclas en función de los medios de puesta en obra, tipo encofrados, etc., se fabricarán cinco masas representativas de cada dosificación, determinándose su asiento en cono de Abrams, y moldeándose, con arreglo a las normas indicadas en el método de ensayo M.E. 1.8 d., un mínimo de seis probetas por cada dosificación correspondiente a cada tipo de hormigón. Conservadas estas probetas en ambiente normal se romperán a los veintiocho días (M.E. 1.8 d de la Instrucción Especial para Estructuras de Hormigón Armado del I.E.T.C.C.). Asimismo, si el Ingeniero Director lo considera pertinente, deberán realizarse ensayos de resistencia a flexo-tracción. Los asientos y resistencias características obtenidas se aumentarán y disminuirán respectivamente, en un quince por ciento para tener en cuenta la diferente calidad de los hormigones ejecutados en laboratorio y en obra, y se comprobarán con los límites que se prescriban. Si los resultados son favorables, la dosificación puede admitirse como buena.

Al menos de una de las cinco amasadas correspondientes a cada dosificación se fabricará doble número de probetas, con el fin de romper la mitad a los siete días y de deducir el coeficiente de equivalencia entre la rotura a los siete y a los veintiocho días.

#### **3.6.2.4. Preparación de los hormigones**

El hormigón se amasará de manera que se consiga la mezcla íntima y homogénea de los distintos materiales que lo componen, debiendo resultar el árido bien recubierto de pasta de cemento. En general, esta operación se realizará en hormigonera y con un período de batido, a velocidad de régimen, no inferior a un minuto.



Los áridos gruesos se suministrarán fraccionados. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación.

Los acopios se constituirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5) y nunca en montones cónicos.

Excepto para hormigonado en tiempo frío, la temperatura del agua de amasado no será superior a cuarenta (40º) grados centígrados.

La alimentación de los materiales a la hormigonera, salvo indicación en contrario del Director de obra, se hará en el siguiente orden:

- 1º.- Aproximadamente la mitad del agua de amasado.
- 2º.- El cemento y el árido fino.
- 3º.- El árido grueso.
- 4º.- El resto del agua de amasado, con un caudal tal, que el tiempo de vertido no sea inferior a cinco (5) segundos, ni superior a la tercera (1/3) parte del período de batido, contado a partir de la introducción del cemento y los áridos.

Cuando la dosificación tenga lugar en central, tanto el árido fino como el árido grueso y el cemento, se pesarán automáticamente por separado.

Los productos de adición se añadirán a la mezcla utilizando un dosificador mecánico, que garantice la distribución uniforme de productos en el hormigón.

El periodo de batido será el necesario para lograr una mezcla íntima y homogénea de la masa, sin disgregación. Salvo justificación especial, en hormigoneras de tres cuartos (0,75) de metro cúbico o capacidad menor. El período de batido a velocidad de régimen, contando a partir del instante en que se termina de depositar en la cuba la totalidad de los componentes de la mezcla, no será inferior a un (1) minuto ni superior a tres (3) minutos.

Por cada cuatrocientos (400) litros de aumento en la capacidad indicada se aumentarán estos períodos en quince (15) segundos para el límite inferior y cuarenta y cinco (45) para el superior.

Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra podrá realizarse empleando camiones provistos de agitadores o camiones sin elementos de agitación.

Cuando el hormigón se fabrique en un mezclador sobre camión a su capacidad normal, el número de revoluciones del tambor o las paletas a la velocidad de mezclado no será inferior a cincuenta (50) ni superior a cien (100), contadas a partir del momento en que todos los materiales se han introducido en el mezclador. Todas las posibles revoluciones que sobrepasen las cien (100), se harán a la velocidad de agitación.

La velocidad de mezclado en los mezcladores de tambor giratorio durante el transporte será superior a cuatro (4) revoluciones por minuto y la velocidad de





agitación no será inferior a cuatro (4) revoluciones por minuto ni superior a dieciséis (16) revoluciones por minuto,

### **3.6.2.5. Transporte y puesta en obra del hormigón**

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para que las masas lleguen al lugar de su colocación sin experimentar variación sensible de las características que poseían recién amasadas; es decir, sin presentar segregación, exudación, intrusión de cuerpos extraños, cambios apreciables en el contenido de agua, etc. Especialmente se cuidará de que las masas no lleguen a secarse tanto que se impida o dificulte su adecuada puesta en obra y compactación.

Para facilitar la limpieza de los recipientes empleados en el transporte del hormigón fresco, éstos serán metálicos y sus esquinas redondeadas.

Al llegar al tajo de obra, el suministrador del hormigón deberá entregar la carga del camión hormigonera acompañada de una hoja de suministro o albarán en el cual figuren, como mínimo, los datos siguientes:

- Nombre de la central del hormigón preparado y ubicación de la misma.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Tipo y clase de cemento empleado.
- Tipo, clase y cantidad de aditivo utilizado, en su caso.
- Fecha y hora de carga del camión hormigonera en la central y hora de entrega a pie de obra.
- Nombre del contratista receptor del hormigón.
- Designación del hormigón de acuerdo con lo indicado en este pliego.
- Designación específica del lugar de suministro (nombre y ubicación).
- Cantidad de hormigón en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) que compone la carga.
- Número del camión y matrícula.
- Hora límite de uso para el hormigón.

Además de los datos apuntados, podrán señalarse otros como dosificación del hormigón suministrado, de áridos, cemento y agua, procedencia, tipos y tamaños de áridos empleados, etc.

No deberá ser transportado un mismo amasijo en camiones o compartimentos diferentes. No se mezclarán masas frescas confeccionadas con distintos tipos de cemento.

Al cargar los elementos de transporte no deben formarse con las masas montones cónicos de altura tal que favorezca la segregación.

Como norma general, no deberá transcurrir más de una (1) hora entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y compactación. El Director de obra podrá modificar este plazo si se emplean conglomerantes o adiciones especiales, pudiéndose aumentar cuando se adopten las medidas necesarias





para impedir la evaporación de agua o cuando concurren favorables condiciones de humedad y temperatura, o bien reducirlo si la temperatura ambiente es elevada o se dan circunstancias que puedan contribuir a un fraguado rápido del hormigón. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de amasijos que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación. Por consiguiente, los intervalos de entrega de amasijos destinados a obras iniciadas no deberán ser tan amplios como para permitir el fraguado del hormigón contiguo ya colocado, y en ningún caso excederá de treinta (30) minutos.

### **3.6.2.6. Compactación y vibrado de los hormigones**

Los vibradores, que tendrán frecuencia superior a tres mil (3.000) revoluciones por minuto, se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales.

Si se emplean vibradores internos de aguja, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada, de forma que su punta penetre en la tongada subyacente, retirándolos también longitudinalmente, sin que se produzcan desplazamientos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente, y a velocidad constante, recomendándose, a este efecto, que no se superen los diez (10) centímetros por segundo.

La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a setenta y cinco (75) centímetros y siempre la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación, siendo preferible vibrar en muchos puntos durante poco tiempo a vibrar en pocos puntos prolongadamente.

Si se avería uno o más de los vibradores empleados, y no se puede sustituir inmediatamente, se reducirá el ritmo de hormigonado y se procederá como solución de emergencia a una compactación por apisonado suficiente para terminar el elemento que se está hormigonando, no pudiéndose iniciar el hormigonado de otros elementos mientras no se hayan reparado o sustituido los vibradores averiados.

### **3.6.2.7. Puesta en obra del hormigón en función del tiempo**

El hormigonado será suspendido siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho (48) horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero (0) grados centígrados.

A estos efectos, el hecho de que la temperatura reglamentada a las nueve (9) horas de la mañana sea inferior a cuatro grados centígrados (4), puede





interpretarse como motivo suficiente para prever que el límite prescrito será alcanzado en el citado plazo.

Las temperaturas antedichas podrán rebajarse a tres (3) grados centígrados cuando se trate de elementos de gran masa o cuando se proteja eficazmente la superficie del hormigón mediante sacos, láminas de plástico y otros recubrimientos aislantes del frío, de forma que pueda asegurarse que la acción de la helada no afectará al hormigón recién construido, y que la temperatura de su superficie no baja de un grado centígrado bajo cero (-1°C).

### **3.6.2.8. Curado y acabado de hormigón**

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo, adoptando para ello las medidas adecuadas.

En cualquier caso, deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las acciones externas, tales como sobrecargas y vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado.

Una vez endurecido el hormigón, se mantendrán húmedas sus superficies mediante arpilleras, esterillas de paja, tejidos análogos o materiales sintéticos de alto poder de retención de humedad, durante tres (3) días.

Estos plazos mínimos deberán aumentarse a un cincuenta (50%) por ciento en tiempo seco o cuando las superficies de las piezas hayan de estar en contacto con aguas o infiltraciones agresivas.

En general podrán mantenerse húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo que no produzca lavado o a través de un material adecuado que no contenga sustancias nocivas para el hormigón y sea capaz de retener la humedad.

### **3.6.2.9. Medición y abono**

Se abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de hormigón realmente fabricado y puesto en obra, medido sobre los planos de construcción y comprenderá la fabricación y puesta en obra, incluso compactación, vibrado y curado.

Los aditivos al hormigón que se empleen por iniciativa del Contratista o por necesidades constructivas, siempre según condiciones y previa aprobación de la Dirección de Obra, no serán de abono.

## **3.7. MATERIALES METÁLICOS**

### **3.7.1. ACERO EN PERFILES LAMINADOS**





Los aceros laminados y piezas y palastros deberán ser de grano fino y homogéneo, sin presentar grietas o señales que puedan comprometer su resistencia, estarán bien calibrados cualquiera que sea su perfil y los extremos encuadrados y sin rebabas.

El almacenamiento se hará con las precauciones adecuadas para prevenir oxidaciones. Los pernos y roblones serán de acero F-621 permitiéndose el F-622 cuando la suma de espesores a unir no exceda de cuatro veces el diámetro nominal del tornillo o roblón.

Cumplirán las condiciones señaladas en la Norma EAE 2011 "Instrucción de Acero Estructural".

#### **3.7.1.1. Palastros de acero**

Los palastros presentarán una superficie exenta de defectos, con espesor uniforme y estarán perfectamente laminados.

El palastro podrá ser trabajado a lima o buril y perfilado o encorvado, embutido y recalentado según las prácticas ordinariamente empleadas en los talleres sin hundirse ni deformarse.

Los ensayos de tracción deberán arrojar cargas de rotura de 36 kg/mm<sup>2</sup>. El alargamiento mínimo en el momento de la rotura será del 23% operando en barras de 200 mm.

Los palastros galvanizados deberán resistir cuatro inmersiones de un minuto en una solución de sulfato de cobre en agua al 20%. Se deberán poder desarrollar sobre un mandril de diámetro seis veces superior a su espesor, sin que se agriete el galvanizado.

#### **3.7.1.2. Carriles**

Los tipos de carril a emplear en la construcción de la Planta deberán cumplir las Normas UNE 25069, 25071, 25072 y 25073 de acuerdo con el peso por metro lineal correspondiente.

#### **3.7.1.3. Acero en perfiles especiales**

El acero en perfiles especiales poseerá, como mínimo, las mismas cualidades que el de perfiles laminados normales y estará dotado de las formas, rebajes y pestañas que lo hagan apto para su uso.

#### **3.7.1.4. Acero moldeado**

Deberán poseer las cualidades y propiedades exigidas por el Ministerio de Obras Públicas.

Los agujeros para pasadores y pernos, se practicarán siempre en taller y de acuerdo con la normativa DIN correspondiente.

Las barras de ensayo se sacarán de la colada correspondiente y vendrán fundidas con las piezas moldeadas.



El ensayo consistirá en una prueba de tracción que se efectuará mediante probetas cilíndricas de 150 mm. de sección y 100 mm. de longitud, cuyos resultados no pueden ser inferiores a los siguientes:

- Cargas en rotura: 15 kg/mm<sup>2</sup>
- Alargamiento después de rotura: 6%

### **3.7.2. ACERO EN REDONDO PARA ARMADURAS**

#### **3.7.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL**

El objeto del artículo comprendido en el epígrafe es definir todos los aspectos relativos a las características y suministro de los aceros para armaduras; aspectos que serán aplicables a todas las obras que se realicen en hormigón y que queden expresados en los apartados siguientes:

Las características de los materiales comprendidos en este artículo deberán cumplir, aparte de las condiciones reseñadas en los apartados siguientes, todas y cada una de las fijadas en la "Instrucción de Hormigón Estructural" EHE, de la Comisión Permanente del Hormigón, tanto en su articulado como en los comentarios.

Se considerarán de una parte un coeficiente de minoración del acero  $s=1,15$ , y de otra parte un control de la calidad del acero a nivel normal.

a) El acero previsto en los planos del Proyecto es del tipo B-500SD, en barras corrugadas.

b) La utilización de barras lisas en las armaduras estará limitada, salvo especificación expresa de la Dirección de Obra, a armaduras auxiliares (ganchos de elevación de fijación, etc.) o a aquellas que deben ser soldadas en determinadas condiciones especiales y que se definirán en cada caso en los planos correspondientes. En el caso de soldadura se exigirá al Contratista el correspondiente certificado de garantía del fabricante sobre la soldabilidad del material, así como las condiciones y procedimientos en que ésta debe ser realizada.

Los resaltos de las barras de acero corrugado deberán cumplir las siguientes condiciones geométricas:

- Altura de resalto 0,15  $\emptyset$
- Anchura de resalto 0,10  $\emptyset$
- Separación longitudinal del resalto 1,50  $\emptyset$
- Anchura de los nervios longitudinales 0,10  $\emptyset$

Siendo  $\emptyset$  el diámetro nominal de la barra, consecuentemente los límites admisibles de variación de estas características del certificado de homologación se acordarán a estos valores.





Las barras corrugadas de dureza natural se suministrarán en estado bruto de laminación, y las deformadas en frío, en estado de deformación.

El Contratista será el único responsable antes la Dirección de la obra de los defectos de calidad o incumplimiento de las características de los materiales, aunque éstas estén garantizadas por certificados del fabricante.

La realización de los ensayos correspondientes a la determinación de las características prescritas, podrá ser exigida en cualquier momento por la Dirección de Obra y serán estos obligatoriamente llevados a cabo tal y como queda prescrito o a petición de dicha Dirección. Siempre se exigirán del Contratista los correspondientes certificados oficiales, que garanticen el cumplimiento de las prescripciones establecidas en este artículo.

Los aceros redondos para armaduras serán acopiados por el Contratista en parques adecuados para la correcta conservación y fácil clasificación por tipos, diámetros y longitudes, de forma que sea inmediato el recuento, pesaje y manipulación en general. Se tomarán, en especial, todas las precauciones necesarias para que los aceros no estén expuestos a la oxidación, ni se manchen de grasa, ligantes, aceites o cualquier otro producto agresivo a los mismos o al hormigón o que reduzca las prestaciones del conjunto.

Los aceros redondos para armaduras serán suministrados en barras rectas cualquiera que sea la longitud no admitiéndose el transporte en lazos o barras dobladas.

### **3.7.2.2. MEDICIÓN Y ABONO**

Se abonarán por su peso en Kilogramos deducido de los planos de proyecto aplicando para cada tipo de acero los pesos unitarios correspondientes a las longitudes deducidas de dichos planos.

El precio incluye un cinco por ciento (5%) en concepto de mermas, despuntes, solapes y ataduras.

El precio también incluye separadores de barras entre si y con el encofrado y el suelo, soportes de barras y cuantos elementos sean necesarios para dejar la unidad de acuerdo a condiciones y planos.





### 3.8. ENCOFRADOS

#### 3.8.1. MADERAS PARA ENCOFRADOS

Las maderas a emplear en encofrados, entibaciones, cimbras, demás medios auxiliares y carpintería de armar, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Proceder de troncos sanos, cortados en vida y fuerza de savia.
- Haber sido desecada al aire, protegida del sol y de la lluvia, durante un período de al menos dos años.
- No presentar signo alguno de putrefacción, carcomas o ataques de hongos.
- Estar exenta de grietas, hendiduras, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez. En particular contendrá el menor número posible de nudos, lo que, en todo caso, tendrán un diámetro inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza.
- Tener sus fibras rectas y no reviradas, paralelas a la mayor dimensión de la pieza.
- Presentar anillos de crecimiento regulares.
- Dar sonido claro por percusión.
- La madera de construcción escuadrada será terminada a sierra, con aristas vivas y llenas. En ningún caso se permitirá el uso de madera sin descortezar.

#### 3.8.2. ENCOFRADOS METÁLICOS

Las piezas metálicas para encofrados deberán ser lisas en sus caras de contacto con el hormigón y dar una junta suficientemente estanca en su unión con las piezas inmediatas, para que la lechada no escurra y no se marque excesivamente en el hormigón. La Dirección de Obra rechazará las piezas con abolladuras, rugosidades, defectos en los aparatos de unión y que no ofrezcan suficiente garantía de resistencia a las deformaciones. Todas las piezas deberán estar perfectamente lisas y sin óxido antes de su empleo.

#### 3.8.3. ENCOFRADOS DESLIZANTES

Serán de un sistema de montaje, avance y apoyo suficientemente sancionado por la práctica, debiendo cumplir las exigencias de estanqueidad, limpieza y rigidez suficientes.



### **3.8.4. EJECUCIÓN**

La disposición de las cimbras, medios auxiliares y apeos será propuesta por el Contratista entre los tipos normales en el mercado (autoportantes, tubulares, etc) debidamente justificado para su aprobación por la Dirección de la Obra.

Los encofrados serán suficientemente estancos para impedir pérdidas de lechada. Se humedecerán previamente para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Tendrán suficiente rigidez para resistir sin deformaciones perjudiciales las presiones del hormigón fresco y los efectos del vibrado del mismo. Las superficies interiores estarán limpias en el momento del hormigonado.

Los movimientos locales de los encofrados tendrán una tolerancia máxima de 5 mm. y los movimientos de conjunto de la milésima parte de la luz libre.

### **3.8.5. MEDICIÓN Y ABONO**

Se medirán en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), sobre la superficie de hormigón encofrada.

Su abono se hará sobre dicha medición, considerándose incluidos en el precio los pernos de anclaje y medios necesarios para la colocación definitiva en obra del hormigón, incluso puntales, centinelas y listones.

En los precios del cuadro de precios nº 1 están incluidos tanto el desencofrado como los líquidos desencofrantes.

## **3.9. VIGUETAS DE HORMIGÓN ARMADO**

Son productos comerciales que se utilizan como elementos constitutivos de un forjado de hormigón armado. En lo no especificado expresamente en este Pliego, cumplirán lo previsto en la Instrucción de hormigón estructural, EHE.

### **3.9.1. CARACTERÍSTICAS**

Las características geométricas serán las definidas en Proyecto, o fichas de características técnicas del fabricante aprobados por el Ministerio de Industria.

El Proyecto fijará las características mecánicas que serán objeto de garantía, no siendo la flecha de la vigueta aislada superior a un trescientos (1/300) de la luz, bajo las solicitaciones previstas.

### **3.9.2. IDENTIFICACIÓN**

Las viguetas llevarán marcado en sitio visible:



- Fabricante.
- Modelo y tipo, que corresponden a las características mecánicas garantizadas.
- Fecha de fabricación.
- Número de Identificación.

### **3.9.3. RECEPCIÓN Y CONTROL**

Las viguetas prefabricadas deberán poseer la preceptiva Autorización de Uso. La memoria de dicha Autorización recogerá la justificación de los valores que en ella aparecen. Esta Autorización de Uso deberán cumplir con los requisitos establecidos en el RD 1630/1980 y disposiciones que lo desarrollan.

En toda vigueta que llegue a obra se comprobará:

- ✓ Que lleva gravado el código que identifica: fabricante, modelo y tipo, de acuerdo con la Autorización de Uso, y fecha de fabricación.
- ✓ Que viene acompañada de los certificados de garantía del fabricante.
- ✓ Que geoméricamente verifica sus características reflejadas en la Autorización de uso.
- ✓ La compatibilidad entre viguetas y piezas de entrevigado para su utilización conjunta.
- ✓ Se comprobará que el material recepcionado es el que corresponde al definido en los planos de obra.

Las vigas no presentarán rebabas que sean inicio de pérdidas graves de lechada, ni más de tres coqueras en una décima de metro cuadrado ( $0,1 \text{ m}^2$ ), ni coquera alguna que deje vistas las armaduras. Tampoco presentarán superficies deslavadas, aristas descantilladas, discontinuidad en el hormigonado, armaduras visibles, fisuras de más de un milímetro (1 mm) de ancho o fisuras de retracción de más de dos centímetros (2 cm) de longitud.

### **3.10. BOVEDILLAS DE HORMIGÓN PARA ENTREVIGADO**

Son elementos prefabricados de hormigón que se utilizan como elementos constitutivos de un forjado de hormigón armado, en piezas de entrevigado. En lo no especificado expresamente en este Pliego, cumplirán lo previsto en la Instrucción de hormigón estructural, EHE. Las piezas de entrevigado pueden ser simplemente aligerantes o cumplir, además, una función resistente.





### **3.10.1. CARACTERÍSTICAS**

Las piezas de entrevigado, tanto aligerantes como resistentes, serán capaces de soportar una carga característica puntual en el centro del vano de al menos cien kilopondios (100 Kp).

Toda pieza que vaya a colaborar a la resistencia de la sección, deberá poseer una resistencia a compresión superior a la del hormigón “in situ” y veinte Newton por milímetro cuadrado (20 N/mm<sup>2</sup>).

### **3.10.2. RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD**

El material llegará a obra con el Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de las condiciones exigidas.

Para el control de calidad se dividirá la previsión total en lotes de cinco mil (5.000) piezas, o fracción que provenga de una misma fabricación, se tomarán tantas muestras como lotes, sobre ellas se verificarán las siguientes, características técnicas:

- Aspecto.
- Geometría.
- Resistencia a compresión.
- Determinación de la absorción de agua.

Si los resultados obtenidos cumplen las prescripciones exigidas para cada una de las características, se aceptará el lote y de no ser así, el Director decidirá su rechazo o deprecación.

## **3.11. ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO**

### **3.11.1. DEFINICIÓN**

Esta unidad comprende la ejecución de arquetas y pozos de registro con hormigón y son todas las unidades previstas en el Proyecto y aquellas que ordene la Dirección de obra.

La forma y dimensiones de las arquetas y pozos de registro, así como los materiales a utilizar, son los definidos en los planos. Se prestará especial atención a la estanqueidad del conjunto arqueta-tubo (pozo-tubo) impermeabilizando adecuadamente todas las aristas y perímetros que puedan dar lugar a filtraciones de o





hacia el terreno. Se realizarán las pruebas de estanqueidad de arquetas y pozos que determine el Director de obra.

### **3.11.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Una vez efectuada la excavación requerida e instalada la pieza especial, se procederá a la ejecución de las arquetas o 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.

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.

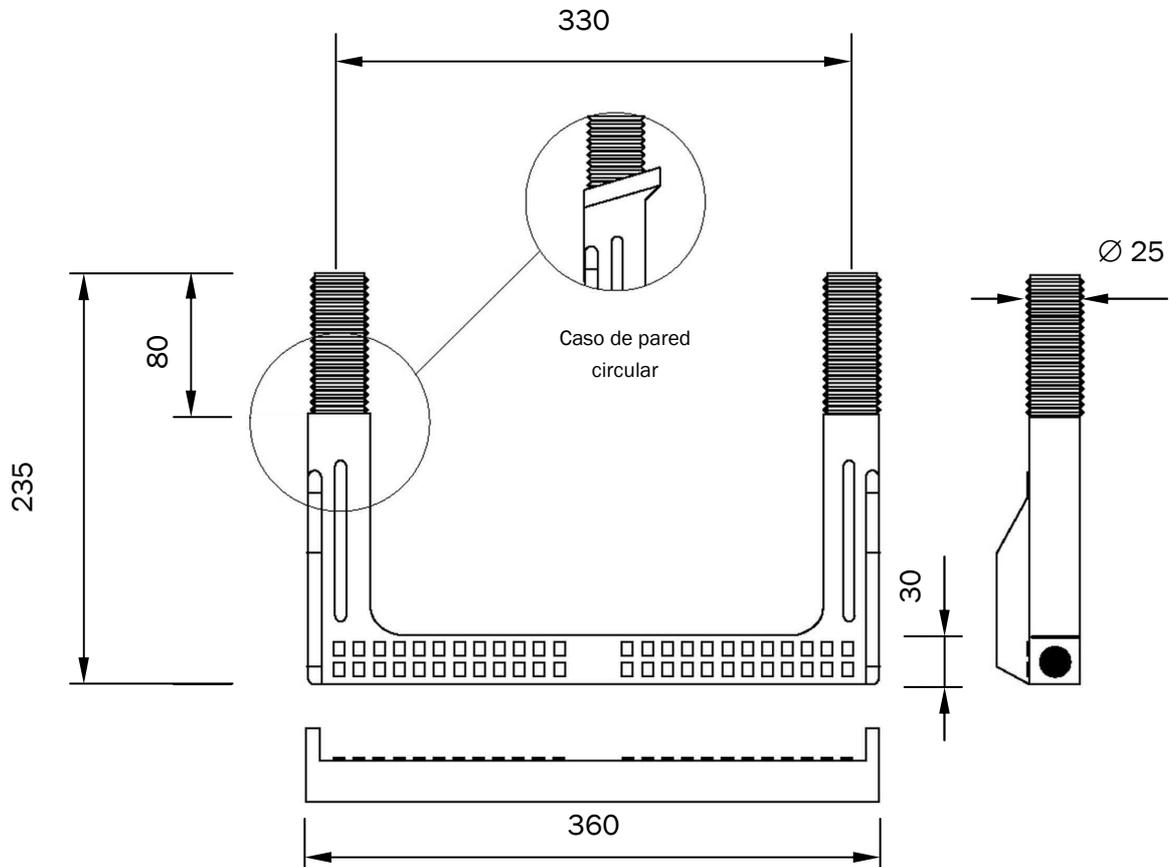
### **3.11.3. TAPAS DE POZOS DE REGISTRO**

Las tapas y el marco de los pozos de registro serán de fundición dúctil, según la norma ISO 1083 y se ajustarán al modelo y especificaciones que se recogen en los planos correspondientes. Conforme con las prescripciones de la norma UNE EN 124 - clase D 400 (resistencia 40T) con dispositivo de acerojado mediante apéndice elástico solidario a la tapa, sin soldadura ni otro tipo unión. La tapa de diámetro exterior 645 mm. no ventilada, será articulada mediante una charnela y provista de dos topes de posicionamiento situados en la periferia de la tapa y a ambos lados de la charnela. El marco de altura 100 mm, diámetro exterior 850 mm, y cota de paso 600 mm, estará provisto de una junta de insonorización en polietileno. El revestimiento del marco y la tapa será de pintura bituminosa negra.

Las tapas se colocarán con el sentido de cierre coincidente con la dirección del tráfico. Las tapas de registro llevarán la leyenda "ABASTECIMIENTO" o "SANEAMIENTO", según proceda.

## **3.12. PATES**

- Serán de polipropileno copolímero de altas prestaciones, encapsulando a una varilla de acero (calidad A275B) de diámetro 12 mm.
- De dimensiones según dibujo anexo.
- Tendrán forma de U.
- Dispondrá de topes laterales que impidan el deslizamiento lateral de pie.
- El travesaño de apoyo contará con un relieve antideslizante.
- Los pates instalados por el fabricante en módulos prefabricados deberán superar las cargas de ensayo reflejadas en la norma UNE 127 011 EX. El contratista presentará la documentación oficial aportada por el fabricante que lo acredite.



### 3.13. MATERIALES POLIMÉRICOS

#### 3.13.1. **BANDAS ELASTOMÉRICAS PARA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS**

Son tiras o bandas, lisas o nervadas, de material elastomérico, caucho sintético o natural, de sección transversal adecuada para formar un cierre que impida el paso del agua a través de las juntas de las obras de hormigón.

#### 3.13.2. **BANDAS DE PVC PARA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS**

Son tiras o bandas de material polimérico de sección transversal adecuada para formar un cierre que impida el paso del agua a través de las juntas de las obras de hormigón.



### **3.13.3. *NORMATIVA TÉCNICA***

- UNE 53510:01 Elastómeros. Ensayo de tracción.
- UNE 53511:01 Elastómeros. Determinación de la deformación remanente por compresión a deformación constante.

### **3.13.4. *CARACTERÍSTICAS***

Se colocarán embebidas en el hormigón según una superficie ortogonal a la junta y centrada con ella.

La sección transversal de las bandas será compacta, homogénea y exentas de porosidades, burbujas y otros defectos.

El ancho total de la banda no será mayor que el espesor del elemento de hormigón ni inferior a quince centímetros (15 cm) o cinco veces el tamaño mínimo del árido.

La separación entre armaduras de hormigón y la banda de estanqueidad no será menor de dos veces el tamaño máximo del árido.

No se admitirá el empleo de bandas de PVC en todas aquellas juntas donde el movimiento previsible pueda ocasionar tensiones en el material superiores a cuatro Newton por milímetro cuadrado (4 N/mm<sup>2</sup>) ni en juntas expuestas al ataque de aceites, grasas, betunes y sustancias perjudiciales para el PVC.

### **3.14. *TRATAMIENTO DE JUNTAS MURO-SOLERA***

Se colocará una banda continua para absorber los movimientos que será fijada con adhesivo epoxi de alta calidad, formada por banda roja hidroexpansiva.

Se terminará la junta con una media caña de mortero de sellado a base de un cemento con fibras sin retracción..

#### **3.14.1. *Ensayo y características mínimas que deben cumplir el adhesivo epoxi***

Se utilizará en el tratamiento de juntas muro-solera.

Curado ambiente:

- Adherencias.
  - Curado al ambiente.....2,513 N/mm<sup>2</sup>
  - Curado en inmersión en agua a 60° C.....2,304 N/mm<sup>2</sup>
  - Curado al acero (ASTM D 1002-72 ).....5,929 N/mm<sup>2</sup>
- Resistencia a la abrasión (TABER CS-10).....22,47 mg



- Dureza SHORE "A" (DIN 53505).....100
- Dureza SHORE "D" (DIN 53505).....80
- Dureza superficial PERSOZ (INTA 160225).....194 segundos
- Resistencia al Impacto IZOD (ASTM D256-88).....5,24 kg.cm/cm<sup>2</sup>
- Resistencia a Tracción (ASTM D638-89).....52,10 N/mm<sup>2</sup>

Curado en la inversión en agua:

- Absorción de agua (ASTM D570).....2,88 %
- Resistencia a Tracción (ASTM D638-89).....48,61 N/mm<sup>2</sup>
- Resistencia al Impacto IZOD (ASTM D256).....5,37 kg.cm/cm<sup>2</sup>

### **3.14.2. Ensayo y características mínimas que deben cumplir el adhesivo epoxi**

En la rehabilitación de las juntas muro-solera se terminará la junta con una media caña de mortero de sellado a base de un cemento con fibras sin retracción.

Procedimiento para su utilización:

- Todas las manchas, polvo, restos de mortero, manchas de grasa y partículas extrañas, deben ser eliminadas. Para los restos de cemento muy adheridos es recomendable soplar con un chorro de arena hasta una profundidad de rugosidad de aprox. 1 mm.
- Humedecer bien la superficie de contacto, que debe de estar lo más rugosa posible, un día antes, y por segunda vez momentos antes de la aplicación del producto, quitar el agua encharcada. También humedecer los encofrados absorbentes.
- Antes de aplicar mortero, extender por la superficie, mediante una brocha o pincel, un puente de adherencia que pueda estar formado por una lechada del mismo.
- No aplicarlo por bajo de + 5º C de temperatura (temperatura del mortero, soporte y temperatura ambiental).
- Para el amasado del mortero, se pueden utilizar la mayoría de hormigoneras. Verter primeramente toda el agua de amasado (agua potable) y añadir lentamente el producto, sobre la mezcladora en marcha. La duración del amasado será de 3 a 7 minutos dependiendo del tipo de hormigonera utilizada. Evitar la formación de grumos. A altas temperaturas, puede necesitarse mayor cantidad de agua.
- Las grandes superficies expuestas a corrientes de aire o al sol deben de protegerse de la desecación por lo menos 48 horas, recubriéndolas con láminas de plástico o por medio de agentes de curado.





### 3.15. IMPERMEABILIZANTES

Son productos, líquidos o viscosos, que aplicados en capa delgada sobre paramentos de fábricas de mortero, de piedra o otros materiales evitan la filtración del agua a través de la lámina que forman.

#### 3.15.1. CLASIFICACIÓN

- Silicatos y flúor-silicatos en disolución acuosa que al secarse forman una película dura e insoluble.
- Parafinas y ceras.
- Pinturas bituminosas

### 3.16. MATERIALES CERÁMICOS

#### 3.16.1. CARÁCTERÍSTICAS GENERALES

Cumplirán lo especificado en la Norma NBE-FL-90 y con las calidades, medidas y resistencias mínimas que fija la Norma UNE-EN 771-1:03. Los ladrillos silico-calcáreos cumplirán la Norma UNE 41061:97.

#### 3.16.2. LADRILLOS

Los ladrillos empleados serán de primera (1ª) calidad según define la norma NBE-FL-90.

Las dimensiones se medirán de acuerdo con la norma UNE 67030:85 y la resistencia a compresión será, como mínimo de:

* Ladrillo macizo	70 N/ mm <sup>2</sup> .
* Ladrillo perforado	100 N/ mm <sup>2</sup> .
* Ladrillo hueco	30 N/ mm <sup>2</sup> .

Los ladrillos empleados en la fábrica de cara vista poseerán el sello de calidad INCE/CEE "Ladrillo Cara Vista" y especificarán en los certificados correspondientes sus cualidades como:



- No eflorescido.
- No heladizo.

En todo caso y a criterio de la Dirección de Obra, se ordenarán los ensayos de resistencia, heladicidad y eflorescencia, que se consideren oportunos.

Se aportará nombre del suministrador y fabricante de todos los tipos de ladrillos cerámicos empleados en obra, especificando dimensiones y resistencia (N/mm<sup>2</sup>) de cada tipo.

### 3.17. BLOQUES DE HORMIGÓN

#### 3.17.1. DEFINICIÓN

Elementos prefabricados de hormigón en masa de forma sensiblemente ortoédrica, usados en la construcción de muros o tabiques. El tamaño de los bloques de hormigón estructurales será de 20x20x40 cm., de primera calidad. En lo no especificado expresamente en este Pliego, cumplirán lo previsto en la “Instrucción de hormigón estructural”, EHE.

#### 3.17.2. CLASIFICACIÓN

- Según la forma:
  - Bloque macizo.
  - Bloque hueco.
  - Bloques especiales.
- Según la densidad:
  - Bloque normal.
  - Bloque semiligero.
  - Bloque celular.

#### 3.17.3. CARACTERÍSTICAS

Los bloques no presentarán grietas, fisuras ni eflorescencias; en caso de bloques para cara vista no se admitirán coqueras, desconchones ni desportillamientos. La textura de las caras destinadas a ser revestidas será lo suficientemente rugosa como para permitir una buena adherencia del revestimiento.





La flecha máxima admisible, a efecto de la planeidad de las caras, será de cinco (5) milímetros, para bloques “cara vista” dicha flecha será el uno por ciento (1%) de la longitud nominal de la diagonal correspondiente.

A efectos de rectitud de aristas, será de cinco (5) milímetros y del uno por ciento (1%) de la longitud de las aristas para bloques “cara vista”.

La absorción de agua de los bloques comprendidos entre uno y dos meses será igual o menor que el tres por ciento (3%).

Las tolerancias admitidas sobre dimensiones de fabricación serán:

longitud y altura	+3, -5 mm.
espesor	+4, -4 mm.

Todo bloque tendrá asociado una resistencia a compresión, medida a los 28 días, que coincidirá con algunos de estos valores: 4; 5; 8; 10; 12; 16 N/mm<sup>2</sup>. La resistencia mínima exigida para esta obra es de diez Newtons por milímetro cuadrado (10 N/mm<sup>2</sup>).

### 3.18. BORDILLOS DE HORMIGÓN

Las piezas de hormigón para bordillos son elementos prefabricados de hormigón que se utilizan para delimitación de aceras, isletas y otras zonas. Serán prefabricados con hormigón HM-30. Los bordillos serán homogéneos y de textura compacta, tendrán una buena regularidad geométrica y aristas sin desconchados, estando exentos de fisuras o coqueras.

La superficie vista del bordillo, será aprobada por la Dirección de Obra en unas pruebas previas realizadas antes de la fabricación de todas las piezas. Se rechazarán aquellas piezas que tengan zonas fracturadas y las que no encajen bien con las contiguas.

### 3.19. BALDOSAS Y LOSAS DE TERRAZO

Las baldosas y losas de terrazo son elementos fabricados con hormigón, cemento o pasta de cemento, que se utilizan en pavimentación de suelos y aceras.

#### 3.19.1. CLASIFICACIÓN

Según composición:

- ✓ Baldosa hidráulica, compuesta de:



- Cara, constituida por capa de huella, de mortero rico en cemento, arena muy fina y, en general, colorantes.
- Capa intermedia, que puede faltar a veces, de un mortero análogo al de la cara sin colorantes.
- Capa de base de mortero menos rico en cemento y arena más gruesa.
- ✓ Baldosa de terrazo, compuesta de:
  - Cara, constituida por la capa de huella de hormigón o mortero de cemento, triturado de mármol u otras piedras y, en general, colorantes.
  - Capa intermedia, de mortero rico en cemento y árido fino.
  - Capa de base mortero menos rico en cemento y arena más gruesa.

### **3.19.2. CARACTERÍSTICAS**

Los áridos estarán limpios y desprovistos de arcilla y materia orgánica. Los colorantes no serán orgánicos y se ajustarán a la Norma UNE-EN 13748:05. Las baldosas estarán perfectamente moldeadas y su forma y dimensiones se ajustarán a lo especificado en el presente Proyecto, siendo admisibles unas tolerancias de los lados de más-menos el tres por ciento ( $\pm 3\%$ ).

Los espesores de las losas no variarán más del seis por ciento (6%), con los siguientes espesores mínimos:

Baldosines hidráulicos	1,6 cm.
Losetas hidráulicas	3,0 cm.
Baldosines y losetas de pasta $\leq 6$ cm.	0,5 cm.
entre 6 y 10 cm.	0,8 cm.
entre 10 y 15 cm.	1,0 cm.
Baldosas de terrazo	3,0 cm.

El espesor de la capa de huella, con excepción de los rebajos, será sensiblemente uniforme, no variará en más de un milímetro ( $\pm 1$  mm) y no será inferior a los valores indicados a continuación:

Baldosines hidráulicos	4 mm.
Losetas y losas hidráulicas	8 mm.
Baldosas de cemento	8 mm.

Las caras serán planas, no admitiéndose, una flecha superior al tres por mil ( $\pm 3\%$ ) de su longitud y siempre inferior a dos milímetros (2 mm).



La variación máxima admisible en los ángulos, medida sobre un arco de veinte centímetros (20 cm) de radio será de cuatro décimas de milímetro ( $\pm 0,4$  mm). La separación de un vértice cualquiera, con respecto al plano formado por los otros tres, no será superior a cinco décimas de milímetro ( $\pm 0,5$  mm).

La desviación máxima de una arista respecto a la línea recta será del uno por mil ( $\pm 1\text{‰}$ ). Se entiende a estos efectos por lado, el rectángulo mayor si la baldosa es rectangular y si es de otra forma, el lado mínimo del cuadrado circunscrito.

El coeficiente de absorción de agua determinado según la norma UNE-EN 1339:04 será menor o igual al diez por ciento ( $\leq 10\%$ ).

El ensayo de desgaste se efectuará según Norma UNE-EN 1339:04, con un recorrido de doscientos cincuenta metros (250 m) en húmedo y con arena como abrasivo. El desgaste máximo admisible para baldosas de interiores será de cuatro milímetros (4 mm) sin que aparezca la segunda capa y de tres milímetros (3 mm) en baldosas de aceras o destinadas a soportar tráfico.

En el caso de baldosas para exteriores, las baldosas ensayadas según UNE-EN 1339:04, no presentarán en la cara o capa de huella señales de rotura o de deterioro.

Se requerirán ensayos de absorción de agua y resistencia a la abrasión según lo anteriormente expuesto. Las muestras para los ensayos se tomarán por azar; veinte (20) unidades como mínimo del millar y cinco unidades por cada millar más, desechando y sustituyendo por otras las que tengan defectos visibles, siempre que el número de desechadas no exceda del cinco por ciento (5%).

La resistencia a flexión determinada según la Norma UNE-EN 1339:04, no será inferior a:

	Cara en tracción	Dorso en tracción.
Baldosas hidráulicas	5 N/mm <sup>2</sup>	3 N/mm <sup>2</sup>
Baldosas de terrazo	60 N/mm <sup>2</sup>	4 N/mm <sup>2</sup>

La altura a la que se produzca la rotura en el ensayo de resistencia al impacto, según UNE 7034, no será inferior a:

Baldosas hidráulicas	60 mm.
Baldosas de terrazo	70 mm.





### **3.19.3. ASPECTO**

Las baldosas deberán cumplir la condición inherente a la cara vista. Estas condiciones se cumplen si, en el momento de realizar el control de recepción, esta cara resulta bien lisa y no presenta un porcentaje de defectos superiores a:

- Hendiduras, grietas, depresiones, abultamientos y desconchados en la superficie de la baldosa, visibles a simple vista y desde la altura normal de una persona. Después de mojadas con un trapo húmedo pueden aparecer grietas pero estas deberán de dejar de ser visibles a simple vista una vez secas, inferiores al dos por ciento (2%) en baldosas sobre partida.
- Desportillado de aristas, de longitud superior a cuatro milímetros (4 mm) o tamaño máximo del árido, desbordado sobre la cara vista y de una anchura superior a dos milímetros (2 mm), inferiores al tres por ciento (3%) en baldosas sobre la partida.
- Despuntado de baldosas, cuyas esquinas están matadas en una longitud superior a dos milímetros (2 mm), inferiores al dos por ciento (2%) en baldosas sobre partida.
- Huellas de muela en baldosas pulidas, inferiores al uno por ciento (1%) en baldosas sobre partida.
- En ningún caso la suma de los porcentajes anteriores excederá del cinco por ciento (5%).
- El color será uniforme y la estructura de cada capa será uniforme en toda la superficie de fractura, sin presentar exfoliaciones ni poros.





### **3.19.4. IDENTIFICACIÓN**

Las baldosas llevarán inscritas, con señales indelebles en el dorso, la marca de fábrica correspondiente.

### **3.20. ENFOSCADOS**

Se harán con mortero de cemento con quinientos cincuenta kilos de cemento por metro cúbico de pasta (550 Kp./m<sup>3</sup>), en paramentos exteriores y quinientos kilos (500 Kp./m<sup>3</sup>) en paramentos interiores, empleándose arena de río lavada para su confección.

Las superficies, maestreadas, se construirán sobre unas líneas previas, que servirán de guía al resto del paño. Para ello se colocarán reglones perfectamente aplomados separados una distancia aproximada de un metro (1 m) entre ellos. Su espesor será de dos centímetros (2 cm) aproximadamente del paramento a revestir.

Los enfoscados se humedecerán durante la ejecución y después de la misma, para que el fraguado se realice en buenas condiciones.

### **3.21. AZOTEAS TRANSITABLES**

Cubiertas planas con pendientes comprendidas entre el uno y el tres por ciento (1%-3%) de pendiente, aptas para el uso y permanencia de personas.

#### **3.21.1. NORMATIVA TÉCNICA**

- NBE-QB-90. Cubiertas con materiales bituminosos.
- NTE-QAT. Cubiertas. Azoteas Transitables.

#### **3.21.2. EJECUCIÓN**

Sobre el forjado se extenderá, previa imprimación con un producto de base asfáltica, una capa de barrera de vapor formada por lámina de oxiasfalto en caliente de uno con cinco milímetros (1,5 mm) de espesor y peso mínimo de uno con cinco kilos por metro cuadrado (1,5 Kg/m<sup>2</sup>).

La formación de pendientes se realizará mediante una capa de hormigón aligerado de once centímetros (11 cm) de espesor medio, extendiéndose como capa de acabado una capa de mortero de cemento de uno con cinco centímetros (1,5 cm) de espesor de dosificación 1/6, fratasada y limpia.

Cuando la capa de mortero y hormigón aligerado presenten una humedad inferior al cinco por ciento (5%) se extenderá una lámina impermeabilizante del tipo LBM-40,





constituida por una armadura de polietileno de alta densidad recubierto en ambos lados con betún polimérico plastoelástico.

Las láminas impermeabilizantes se comenzarán a colocar por las cotas más bajas, disponiéndose un solape mínimo de siete centímetros (7 cm) entre ellas.

Posteriormente se cubrirá con una capa de mortero de cemento y arena de río de dosificación 1/6 y espesor dos centímetros (2 cm), sobre la cual se fijarán las pellas de mortero de agarre del solado.

El solado, del tipo especificado en presupuesto, se colocará con junta mínima que posteriormente se cerraran con lechada de cemento.

En las limahoyas se reforzará la lámina impermeabilizante colocando bajo ella una banda de lámina impermeabilizante de cincuenta centímetros (50 cm) de desarrollo, comenzando su colocación por las cotas más bajas.

En los encuentros con sumideros se reforzará la membrana con otra colocada bajo ella, con un contacto de quince centímetros (15 cm) en todo su contorno y penetrando en la bajante cinco centímetros (5 cm).

Los encuentros con los paramentos se reforzarán con una banda de lámina de cuarenta centímetros (40 cm) de anchura que solaparán veinticinco (25 cm) sobre el elemento vertical.

### **3.21.3. CONTROL DE EJECUCIÓN**

Los productos bituminosos y los bituminosos modificados tendrán concedido el Documento de Idoneidad Técnica y cumplirán todas sus condiciones.

El control de ejecución se llevará a cabo mediante la realización de inspecciones en las que se comprobarán espesores de capas, disposiciones constructivas, colocación de juntas, solapes, etc. que deberán ajustarse a lo especificado en los puntos anteriores.

Una vez terminada la cubierta se efectuará una prueba de servicio consistente en una inundación, previo taponado de sumideros, con agua, hasta un nivel de cinco centímetros (5 cm), aproximadamente, por debajo del punto más alto de la entrega más baja de la impermeabilización en paramentos y teniendo en cuenta que la carga de agua no sobrepase los límites de resistencia de la cubierta. Transcurridas veinticuatro horas (24 h) no deberán apreciarse humedades en la cara inferior del forjado, la evacuación del agua se realizará de forma progresiva para evitar que se produzcan daños en las bajantes.

## **3.22. CUBIERTA INVERTIDA NO TRANSITABLE**

Cubiertas planas con pendientes comprendidas entre el uno y el cinco por ciento (1%-5%), acabado con capa de árido de granulometría continua.

### **3.22.1. NORMATIVA TÉCNICA**

- NTE-QAN. Cubiertas. Azoteas No Transitables.



### **3.22.2. EJECUCIÓN**

Sobre el forjado se extenderá, previa imprimación con un producto de base asfáltica, una capa de barrera de vapor formada por lámina de oxiasfalto en caliente de uno con cinco milímetros (1,5 mm) de espesor y peso mínimo de uno con cinco kilos por metro cuadrado (1,5 Kg/m<sup>2</sup>).

La formación de pendientes se realizará mediante una capa de hormigón aligerado de once centímetros (11 cm) de espesor medio, extendiéndose como capa de acabado una capa de mortero de cemento de uno con cinco centímetros (1,5 cm) de espesor de dosificación 1/6, fratasada y limpia.

Cuando la capa de mortero y hormigón aligerado presenten una humedad inferior al cinco por ciento (5%) se extenderá una lámina impermeabilizante del tipo LBM-40, constituida por una armadura de polietileno de alta densidad recubierto en ambos lados con betún polimérico plastoelástico.

Las láminas impermeabilizantes se comenzarán a colocar por las cotas más bajas, disponiéndose un solape mínimo de siete centímetros (7 cm) entre ellas.

Sobre esta lámina se colocará un panel de poliestireno extrusionado y machihembrado de cuatro centímetros de espesor (4 cm) y un geotextil de novecientos gramos por metro cuadrado (0,9 Kp/m<sup>2</sup>).

Posteriormente se cubrirá con una capa de seis centímetros (6 cm) de árido seleccionado con tamaño máximo de treinta milímetros (30 mm) y coeficiente de uniformidad superior a sesenta (60).

En las limahoyas se reforzará la lámina impermeabilizante colocando bajo ella una banda de lámina impermeabilizante de cincuenta centímetros (50 cm) de desarrollo, comenzando su colocación por las cotas más bajas.

En los encuentros con sumideros se reforzará la membrana con otra colocada bajo ella, con un contacto de quince centímetros (15 cm) en todo su contorno y penetrando en la bajante cinco centímetros (5 cm).

Los encuentros con los paramentos se reforzarán con una banda de lámina de cuarenta centímetros (40 cm) de anchura que solaparán veinticinco (25 cm) sobre el elemento vertical.

### **3.22.3. CONTROL DE LA EJECUCIÓN**

Los productos bituminosos y los bituminosos modificados tendrán concedido el Documento de Idoneidad Técnica y cumplirán todas sus condiciones.

El control de ejecución se llevará a cabo mediante la realización de inspecciones en las que se comprobarán espesores de capas, disposiciones constructivas, colocación de juntas, solapes, etc. que deberán ajustarse a lo especificado en los puntos anteriores.

Una vez terminada la cubierta se efectuará una prueba de servicio consistente en una inundación, previo taponado de sumideros, con agua, hasta un nivel de 5 cm, aproximadamente, por debajo del punto más alto de la entrega más baja de la



impermeabilización en paramentos y teniendo en cuenta que la carga de agua no sobrepase los límites de resistencia de la cubierta. Transcurridas veinticuatro horas (24 h) no deberán apreciarse humedades en la cara inferior del forjado y procediendo a la evacuación del agua de forma progresiva para evitar que la evacuación de la misma produzca daños en las bajantes.

### **3.23. TUBERÍAS Y PIEZAS ESPECIALES DE FUNDICIÓN DÚCTIL**

#### **3.23.1. NORMA GENERAL**

Todos los materiales que entran en la formación de la obra y para las cuales existen normas oficiales en relación con su empleo en las Obras públicas, deberán satisfacer las condiciones que señalen las mismas, salvo indicación en contrario del Director de Obra.

El transporte, manipulación y empleo de los materiales, se hará de forma que no queden alteradas sus características, ni sufran sus formas o dimensiones.

#### **3.23.2. TUBERÍAS DE ABASTECIMIENTO**

Todos los tubos, partes de éstos, piezas especiales, válvulas y demás componentes de las conducciones de la red de distribución de agua, deberán cumplir y haber sido probados, controlados y marcados según la norma UNE-EN-545 "Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua".

Todos los elementos de la red de distribución deberán resistir sin daños todos los esfuerzos que estén llamados a soportar en servicio y durante las pruebas y ser absolutamente estancos, no produciendo ninguna alteración a las cualidades físicas, químicas y bacteriológicas de las aguas conducidas.

##### **3.23.2.1. Tuberías**

La tubería deberá reunir las siguientes características principales, además de las especificaciones que concreta la Norma UNE EN 545 de "Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua":

- Se conformará mediante colada de fundición dúctil (grafito esferoidal) por centrifugación en molde metálico.
- Cumplirá las características mecánicas siguientes:
  - Resistencia mínima a la tracción: 42 kg/mm<sup>2</sup>.
  - Alargamiento mínimo a la rotura: entre 7% y 10%.
  - Dureza superficial: 230 H.B.
- Los tubos tendrán una longitud mínima de 6 metros.





- Todos y cada uno de los tubos deberán haber sido probados en fábrica a una prueba de presión hidráulica que irá en función del coeficiente de espesor "K" y siguiendo la Norma ISO 2531.

### **3.23.2.2. Revestimiento**

Interiormente deberán ir recubiertos con una capa de mortero de cemento de alto horno, aplicado mediante centrifugación a alta velocidad. Este revestimiento deberá cumplir además, las especificaciones de la Norma ISO 4179, referente a las características del revestimiento interno, con mortero de cemento centrifugado para canalizaciones a presión de tubería de fundición dúctil.

Asimismo el revestimiento interior deberá ser de poliuretano cuando los parámetros de calidad del agua así lo exijan.

Exteriormente llevarán un recubrimiento de zinc, que deberá haber sido aplicado por proyección a pistola y termo-deposición de hilo de zinc con riqueza mínima del 99% y en cantidad no inferior a 130 gr/m<sup>2</sup>. Sobre el zinc llevarán un revestimiento de barniz asfáltico antioxidante, con un espesor mínimo de 50 micras.

### **3.23.2.3. Unión entre tubos**

Las uniones de los tubos se realizarán mediante junta automática flexible, que constará de un anillo de elastómero de cuerpo macizo, prolongado en dos labios gruesos dirigidos al fondo del enchufe, según detalle de sección adjunto y de forma que la presión del líquido favorezca la compresión de los labios sobre los cuerpos de los tubos conectados. Esta junta se alojará en el hueco que al efecto dispondrá el enchufe del tubo y deberá permitir desviaciones angulares, cuyos valores oscilarán, en función del diámetro, entre 1°30' y 5°, sin que llegue a producir el contacto metal-metal entre tubos.

Cuando los esfuerzos de tracción sean apreciables se deberá adoptar la correspondiente junta de tracción tipo Tyton o similar, siendo necesario para la instalación el empleo de la tubería específica que disponga de cajera al efecto y permita la incorporación de la citada junta.

### **3.23.3. TUBERÍAS DE SANEAMIENTO**

En el caso de que las tuberías de fundición dúctil hayan de trasegar aguas residuales, la normativa de referencia será:





- UNE-EN 598:** Tubos, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Prescripciones y métodos de ensayo.
- ISO 8179-1:** Tubos de fundición dúctil. Revestimiento externo de Cinc. Parte 1: Zinc metálico y capa de acabado.
- UNE-EN 681-1:** Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje.
- UNE EN ISO 9001:** Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño/desarrollo, la producción, la instalación y el servicio post-venta.

### **3.23.3.1. Revestimiento interior**

Todos los tubos estarán revestidos internamente con una capa de mortero de cemento aluminoso aplicada por centrifugación.

La funcionalidad de dicho revestimiento permite:

A.- Velocidades del orden de 7 m/seg en régimen continuo (hasta 10 m/seg ocasionalmente).

B.- Alta resistencia a los ácidos y bases: Ámbito de pH de 4 a 12

Los espesores de la capa de mortero de cemento aluminoso una vez fraguado son:

DN (mm)	Espesor (mm)	
	Valor nominal	Tolerancia
80 - 300	3,5	- 1,5
350 - 600	5	- 2
700 - 1200	6	- 2,5
1400 - 2000	9	- 3

### **3.23.3.1. Revestimiento exterior**

Los tubos estarán revestidos exteriormente con las siguientes capas:

A) Una primera capa de Zinc metálico 200 gr/m<sup>2</sup> mínimo medio, por electrodeposición de hilo de zinc de 99 % de pureza.

B) Una segunda capa de pintura epoxídica roja con espesor no inferior a 60 micras.





C) Una protección especial de epoxy en el interior de campana y en el extremo del tubo con espesor mínimo medio de 150 micras.

**Tanto interior como exteriormente las piezas estarán revestidas con pintura epoxídica de forma que el espesor de la capa sea 250  $\mu$ .**

Con este tipo de revestimiento se asegurará una resistencia alta a los ácidos y bases de pH comprendido entre 4 y 12.

### **3.23.3.1. Anillos de caucho**

Los anillos serán de caucho sintético **NBR** (Nitrilo) resistente a los efluentes con contenido en hidrocarburos, componentes benzoicos, etc. cuyas características serán:

Dureza: 66 a 75 ( $\pm 3$ ) DIDC (SHORE A).

Carga de rotura: 10 MPa

Alargamiento: 200 %

Deformación remanente: (a) = 10 %

(b) = 20 %

(a): Tras compresión durante 70 horas a  $23 \pm 2$  °C

(b): Tras compresión durante 22 horas a  $70 \pm 1$  °C

### **3.23.4. PIEZAS ACCESORIAS**

Todas las piezas especiales (Tes, conos, empalmes, manguitos, bridas ciegas, etc.) serán de fundición dúctil, conformadas mediante colada en molde de arena y en general, deberán cumplir las especificaciones que a tal efecto concreta la Norma UNE EN 545, para tubos, uniones y piezas accesorias de hierro fundido dúctil para canalizaciones a presión.

Las juntas de las piezas accesorias deberán ser del tipo exprés en los diámetros 60 a 1.100 y standard en los superiores.

La junta standard será del tipo especificado en la norma EN-545, de tipo campana, y la exprés deberá conseguir la estanqueidad por la compresión de un anillo de junta, de elastómero, situado en el enchufe y comprimido por una contrabrida apretada con bulones que se apoyan en el collarín externo del enchufe, según documento planos. Tanto la contrabrida como los bulones deberán ser de fundición dúctil.





Las piezas accesorias deberán ir revestidas, tanto interior como exteriormente, con barniz bituminoso, exento de fenoles y cuya composición no afecte a las propiedades físicas, químicas o bacteriológicas del agua conducida ni a sus características organolépticas.

### **3.23.5. VÁLVULAS Y VENTOSAS**

Las válvulas y ventosas deberán reunir las siguientes características principales, además de las especificaciones que concretan las normas ISO 7259, 5201 y 1083-76.

#### **3.23.5.1. Válvulas de compuerta**

- Construidas de fundición dúctil GGG-50.
- Unión cuerpo-tapa sin tornillería.
- Eje de maniobra de acero inoxidable AISI 316 conformado por deformación en frío y sin componentes soldados DINX 20 Cr 13.
- Compuerta de fundición dúctil GGG-50 vulcanizada con caucho EPDM interna y externamente con tuerca de latón, CZ 132 según BS 2874.
- Desplazamiento de la compuerta sin guías, independientemente de las zonas de estanqueidad.
- Posibilidad de sustitución de la compuerta sin retirar el cuerpo de la válvula.
- Posibilidad de sustitución del prensa de estanqueidad con la canalización en carga.
- Estanqueidad presente: bajo presión por compresión del elastómero y en ausencia de presión por conjunto de abrazadera y tuerca con juntas de cloropreno.
- Prensa de acero inoxidable revestido de poliuretano, sellado superior.
- Paso del agua en la parte inferior del cuerpo, impidiendo depósitos que perjudiquen el cierre.
- Revestimiento del cuerpo por empolvado epoxi, procedimiento electrostático, después de granallado con tratamiento de superficie equivalente al grado SA 2,5 definido en la Norma Sueca SIS 055900. Este revestimiento deberá garantizar su total neutralidad ante las características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas de los fluidos transportados.
- Inalterables ante una temperatura del fluido transportado de hasta 70° C.

#### **3.23.5.2. Válvulas de mariposa**

- Construidas cuerpo, mariposa y rueda dentada en fundición dúctil GGG-40 según DIN 1693. El disco será de acero inoxidable AISI431 (BS 431S29).
- Revestidas interior y exteriormente por empolvado epoxi, procedimiento electrostático, RAL 5017.





- Junta de la mariposa en elastómero, con talones de anclaje y que asegure la estanqueidad por compresión de la junta sobre el asiento del cuerpo, ante la presión del fluido. EPDM vulcanizado al cuerpo de la válvula.
- Asiento de la mariposa de aleación inox. con alto contenido de níquel.
- Ejes y tornillería de acero inoxidable AISI 431 (BS 431S29)
- Mando manual de accionamiento a través de desmultiplicador, con indicador de la posición de la mariposa.
- Desmultiplicador con pletina de montaje según ISO 5210 para motorización. Par de salida 660 hasta 2500 Nm, pletina de montaje según ISO 5211. Eje de acero 42 CRM04V.
- Par de maniobra a la entrada del mecanismo < 150 Nm.
- Cárter y tapa en fundición FGL 250 revestida de epoxi RAL 5017.
- Estanqueidad IP-67 inmersión temporal Norma NFC 20010.

### **3.23.5.1. Válvulas de guillotina (residuales)**

- Construidas cuerpo, guillotina y rueda dentada en fundición dúctil GGG-40 según DIN 1693. La plancha será de acero inoxidable AISI431 (BS 431S29).
- Revestidas interior y exteriormente por empolvado epoxi, procedimiento electroestático, RAL 5017.
- Junta de la guillotina en elastómero, con talones de anclaje y que asegure la estanqueidad por compresión de la junta sobre el asiento del cuerpo, ante la presión del fluido. EPDM vulcanizado al cuerpo de la válvula.
- Asiento de la guillotina de aleación inox. con alto contenido de níquel.
- Ejes y tornillería de acero inoxidable AISI 431 (BS 431S29)
- Mando manual de accionamiento a través de desmultiplicador, con indicador de la posición de la mariposa.
- Desmultiplicador con pletina de montaje según ISO 5210 para motorización. Par de salida 660 hasta 2500 Nm, pletina de montaje según ISO 5211. Eje de acero 42 CRM04V.
- Par de maniobra a la entrada del mecanismo < 150 Nm.
- Cárter y tapa en fundición FGL 250 revestida de epoxi RAL 5017.
- Estanqueidad IP-67 inmersión temporal Norma NFC 20010.

### **3.23.5.2. Ventosas**

Deberán ser del tipo "Triple función", asegurando en cada momento:

- La evacuación de aire durante el proceso de llenado de la canalización.
- La desgasificación permanente, durante el periodo de funcionamiento, para eliminar las bolsas de aire que aparecen en los puntos altos de la canalización.





-La admisión de un gran caudal de aire, en el momento del vaciado de la canalización, permitiendo que dicha operación se realice en perfectas condiciones y de esta manera, evitar las presiones negativas en la tubería.

Estarán constituidas por:

-Un cuerpo de fundición dúctil dotado en su base de una brida normalizada.

-Dos flotadores esféricos con alma de acero y revestidos de elastómero. Estos flotadores se desplazarán verticalmente entre los nervios guía del cuerpo.

-Una válvula interior de aislamiento con obturador de elastómero, para permitir el mantenimiento del aparato, maniobrable desde el exterior de forma manual.

-Un purgador de control.

-Una tapa de fundición con dos orificios en la parte superior.

Uno de estos orificios permitirá la evacuación o la admisión de aire con un gran caudal. Este orificio estará protegido por una pequeña cazoleta que llevará en su periferia una rejilla, con el fin de impedir la introducción de cuerpos extraños.

El otro orificio llevará una tobera calibrada que asegure la desgasificación durante el periodo de funcionamiento.

### **3.23.6. GOMAS PARA JUNTAS**

En general, se ajustarán a lo especificado en la normativa ISO 4633, que se refiere a las juntas estancas de caucho y complementos de juntas de canalizaciones de abastecimiento y saneamiento.

Los materiales no deberán contener sustancias que tengan un efecto nocivo sobre el fluido transportado o sobre la durabilidad de la vida de la junta, del tubo y del accesorio.

Las juntas de estanqueidad de caucho para uniones en canalizaciones deberán ser homogéneas y no deberán presentar porosidades o irregularidades que pudieran afectar su función. Las rebabas deberán ser reducidas a un mínimo razonable.

Los anillos y arandelas de goma que se destinen a canalizaciones de agua fría tendrán como temperatura máxima para régimen continuo 60° C.

Todos los determinantes y ensayos de estos materiales se acogerán a lo especificado en las distintas normativas ISO al respecto.

## **3.24. TUBERÍAS DE POLIETILENO**



### **3.24.1. DISPOSICIONES GENERALES**

Los tubos serán siempre de sección circular, con sus extremos lisos y cortados en sección perpendicular a su eje longitudinal.

Estos tubos no se utilizarán cuando la temperatura permanente del agua sea superior a 45°C.

Estarán exentos de burbujas y grietas presentando una superficie exterior e interior lisa y con una distribución uniforme de color. La protección contra los rayos ultravioletas, se realizará normalmente materia prima de color azul incorporado a la masa. Las características, de los tubos de polietileno, cumplirán las especificaciones de la UNE 53.131/82, 53.490, CEN/TN155 y CENSS20. Los tubos incluidos en el capítulo se fabricarán por extrusión y el sistema de unión se realizará normalmente por soldadura mediante manguitos electrosoldados o a tope.

### **3.24.2. CARACTERÍSTICAS**

Los materiales empleados en la fabricación de los tubos de polietileno de alta densidad Azul (PE/MRS100) estarán formados por:

- a) Polietileno de alta densidad.
- b) Materia prima de color azul.
- c) Antioxidantes.

No se empleará el polietileno de recuperación.

Las características físicas del material que constituye la pared de los tubos en el momento de su recepción en obra será las de la Tabla 1:

**TABLA I**  
**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

<b>Características del material</b>	<b>del</b>	<b>Valores</b>	<b>Método de ensayo</b>	<b>Observaciones</b>
Densidad		>0,955 kg/dm <sup>3</sup>	UNE 530020/73	-
Presión interna		14 Mpa 5,5 Mpa	RP/CTC-001/C2	Para 1 h. y 20°C Para 170 h. y 80°C
Resistencia a tracción	a la	≥ 19 Mpa	RP/CTC-001/C2	Tensión en punto de fluencia.
Alargamiento de rotura	de	≤ 350 por 100	RP/CTC-001/C2	Alargamiento en punto de fluencia.
Tiempo y oxidación	T <sup>a</sup> de a la	≥ 10 minutos y 210°C	RP/CTC-001/C2	-
Índice de fluidez		≥ 0,3 g/10	RP/CTC-001/C2	Peso a 2,16 kg



minutos

Tª a 190º

Las características físicas de los tubos de P.E. serán las siguientes:

### **3.24.2.1. Comportamiento al calor**

La contracción longitudinal remanente del tubo, después de haber estado sometido a la acción del calor, será menor del 3 por 100, determinada con el método de ensayo que figura en la RP/CTC-001/C2.

### **3.24.2.2. Resistencia a la presión hidráulica en función al tiempo**

Se determina con el método de ensayo que figura en la UNE 53.133/82.

Los tubos no deberán romperse al someterlos a la presión hidráulica interior que produzca la tensión de tracción circunferencial que figura en la siguiente tabla, según la fórmula:

$$P (D - 2e)$$

$$t = 2e$$

**TABLA II**  
**PRESIÓN HIDRÁULICA INTERIOR**

Temperatura de ensayo	Duración del ensayo en horas	Tensión de tracción circunferencial kp/cm <sup>2</sup>
20	4	147
80	170	46
80	400	40

### **3.24.2.3. Resistencia a la presión cíclica**

Se realizará a temperatura de 20°C, debiendo alcanzarse, sin rotura frágil de la probeta ensayada, 500.000 ciclos de subida y bajada de la presión hidráulica interior entre 0 y 30 Kg/cm<sup>2</sup>.

### **3.24.2.4. Resistencia a la fisuración en medio tensoactivo**

Ensayados según se especifica en la Norma ASTM D 1693, los tubos deberán resistir más de 48 h. a 80º C.

## **3.24.3. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

### **3.24.3.1. Diámetros**

Los diámetros exteriores de los tubos se ajustarán a los valores expresados en la Tabla III con las tolerancias indicadas en 3.2.

**TABLA III**



**PN 1,5 Mpa**

$\varnothing$ (mm.)	Espesor mm.
25	2,3
32	2,9
40	3,7
50	4,6
63	5,8
75	6,8
90	8,2
110	10,0
125	11,4
140	12,7
160	14,6
180	16,4
200	18,2

**3.24.3.2. Tolerancias en los diámetros**

Las tolerancias de los tubos serán siempre positivas y se dan en la siguiente Tabla IV:

**TABLA IV**  
**TOLERANCIA DE LOS DIÁMETROS**

$\varnothing$ (mm.)	Tolerancia máxima del $\varnothing$ exterior medio (mm)
25	+ 0,3
32	+ 0,3
40	+ 0,4
50	+ 0,5
63	+ 0,6
75	+ 0,7
90	+ 0,8
110	+ 0,9
125	+ 1,0
140	+ 1,2
160	+ 1,5
180	+ 1,7
200	+ 1,8





### **3.24.3.3. Longitudes**

La longitud de los tubos será preferentemente de 6,8 y 12 m.

### **3.24.3.4. Tolerancia de las longitudes**

La longitud será, como mínimo, la nominal, con una tolerancia de + 20 milímetros, respecto de la longitud.

### **3.24.3.5. Espesores**

Son los fijados en la Tabla III y corresponden a tubos capaces de soportar una presión continuada de 1,2 MPa (12 Atms.).

### **3.24.3.6. Tolerancias de los espesores**

Para las tolerancias de espesor la diferencia admisible ( $e_1 - e$ ) entre el espesor en un punto cualquiera ( $e_1$ ) y el nominal será positiva y no excederá de los valores de la siguiente Tabla V:

**TABLA V**  
**TOLERANCIAS DE ESPESORES**

Espesor nominal en mm.	Tolerancia en mm.	máxima
<2,9	+ 0,5	
3,7	+ 0,6	
4,6	+ 0,7	
5,8	+ 0,8	
6,8	+ 0,9	
8,2	+ 1,1	
10,0	+ 1,2	
11,4	+ 1,4	
12,7	+ 1,5	
14,6	+ 1,7	

El número de medidas a realizar por tubo será:

**TABLA VI**  
Medidas a realizar por tubo

Diámetro nominal	Número de medidas
Hasta 90	4
$90 \leq \varnothing \leq 200$	8

### **3.24.4. ENSAYOS**

Los ensayos que se realizarán sobre los tubos, son los siguientes:



### **3.24.4.1. Presión interna**

Este ensayo se realizará en la forma descrita según el Reglamento particular de los certificados de conformidad de tubos de polietileno pigmentado azul (MRS/100) para conducciones subterráneas, empotradas u ocultas de agua a presión, RP/CTC-001/C2, el cual exige que las tuberías resistan las siguientes condiciones:

<b>Tª ensayo °C</b>	<b>Duración ensayo (h)</b>	<b>Esfuerzo tangencial ensayo (Mpa)</b>
20	1	14
80	170	5,5

### **3.24.4.2. Resistencia a tracción y alargamiento de rotura**

Los tubos de polietileno de alta densidad pigmentado azul (MRS/100) para conducciones subterráneas, deberán atenerse a lo especificado en el Reglamento (RP/CTC-001/C2) el cual exige una resistencia a tracción de 19 MPa, como mínimo, y un alargamiento a la rotura, como mínimo de 500%.

### **3.24.4.3. Tiempo y temperatura de inducción a la oxidación**

El Reglamento Particular de los certificados de conformidad de tubos de polietileno pigmentado azul (PE/MRS100) para conducciones, empotradas u ocultas de agua a presión (RP/CTC-001/C2) exige los mismos resultados que la Norma UNE 53-490 y UNE-53131, debiendo ser el tiempo y la temperatura de inducción a la oxidación, como mínimo, 10 minutos y 210° C. respectivamente.

### **3.24.4.4. Comportamiento al calor**

La media de las probetas no deberá variar en más de un 3% en sentido longitudinal (contracción térmica), según Norma y Reglamento Particular de Certificación.

### **3.24.4.5. Índice de fluidez**

El índice de fluidez del compuesto no será superior a 0,3 g/10 min., cuando el ensayo se realice a:

Temperatura = 190°C

Peso = 2,16 kg.

### **3.24.5. MARCADO**

Los tubos deberán llevar marcado como mínimo lo siguiente:

- Marca del fabricante.
- Diámetro nominal.





- Espesor nominal.
- Presión máxima de trabajo.
- Marcas que permitan identificar los controles a que ha sido sometido el lote al que pertenece el tubo.

### **3.24.6. PRUEBAS EN FÁBRICA Y CONTROL DE CALIDAD**

La dirección de obra se reserva el derecho de realizar en fábrica, por medio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisos para el control de las características especificadas en este Pliego. A estos efectos el Contratista deberá hacer constar este derecho de la Dirección de Obra en su contrato con el fabricante.

En caso de que la Dirección de obra no realizara las pruebas según el párrafo anterior, el fabricante deberá aportar copia de los resultados de los ensayos, realizados en un Laboratorio oficial, que avalen que su tubería cumple lo especificado en este Pliego.

### **3.24.7. CONDICIONES DE INSTALACIÓN**

#### **3.24.7.1. Cálculo mecánico**

Los tubos de polietileno de alta densidad azul (PE/MRS100) podrán utilizarse sin necesidad de cálculo mecánico justificativo cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

-Altura máxima de relleno sobre la generatriz superior:

- a) En zanja estrecha: 6,00 metros.
- b) En zanja ancha, zanja terraplenada y bajo terraplén: 4,00 metros.

-Altura mínima de relleno sobre la generatriz superior:

- a) Con sobrecargas móviles no superiores a 12 toneladas, o sin sobrecargas móviles: 0,80 metros.
- b) Con sobrecargas móviles comprendidas entre 12 y 30 toneladas 1,00 metro.

-Terreno natural de apoyo y de zanja hasta una altura sobre la generatriz superior del tubo no inferior a dos veces el diámetro; rocas y suelos estables (que no sean arcillas expansivas o muy plásticas, fangos ni suelos orgánicos CN, OL, y OH de Casagrande).

-Máxima presión exterior uniforme debida al agua intersticial o a otro fluido en contacto con el tubo: 0,6 Kp/cm<sup>2</sup>.

Si las condiciones de instalación o de carga difieren de las indicadas, la elección del tipo de tubo, se hará en base a cálculos que se justificarán



Excmo.  
Ayuntamiento de  
Cartagena



 **Aquagest**  
Región de Murcia

mediante algún método sancionado por la práctica, pudiendo utilizarse los descritos en la ATV - A127.

La tensión máxima admisible en la hipótesis de cargas combinadas más desfavorables será de 60 kilopondios por centímetro cuadrado, hasta una temperatura de servicio de 20 o C. Para otras temperaturas a la tensión de 60 kilopondios por centímetro cuadrado deberá multiplicarse por el factor de minoración dado en la siguiente tabla, Tabla VII:



**TABLA VII**  
**FACTOR DE MINORACIÓN EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA**

Temperatura 0°C	Factor de minoración
0	1,00
20	1,00
25	0,80
30	0,63
35	0,50
40	0,40
45	0,32

La flecha máxima admisible de tubo, debido a cargas ovalizantes, será el 5 por 100 del DN, y el coeficiente de seguridad al pandeo, o colapso, del tubo será, como mínimo, dos.

#### **3.24.7.2. Transporte y manipulación**

La manipulación de los tubos en fábrica y transporte a obra, deberá hacerse sin que sufran golpes o rozaduras. Se depositarán sin brusquedad en el suelo, no dejándolos caer, se evitará rodarlos sobre piedras, y, en general, se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes de importancia. Para el transporte, los tubos se colocarán en el vehículo en posición horizontal y paralelamente a la dirección del medio de transporte.

El contratista deberá someter a la aprobación del Director de la obra, el procedimiento de descarga en obra y manipulación de los tubos.

No se admitirán para su manipulación dispositivos formados por cables desnudos ni por cadenas que estén en contacto con el tubo. El uso de cables requerirá un revestimiento protector que garantice que la superficie del tubo no quede dañada.

Es conveniente la suspensión por medio de bragas de cinta ancha con el recubrimiento adecuado.

Al proceder a la descarga conviene hacerlo de tal manera que los tubos se descargarán, a ser posible, cerca del lugar donde deben ser colocados en la zanja, y de forma que puedan trasladarse con facilidad al lugar de empleo. Se evitará que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

Tanto en el transporte como en el apilado se tendrá presente el número de capas de tubos que puedan apilarse de forma que las cargas de aplastamiento no superen el 50 por 100 de las pruebas.

Se recomienda, siempre que sea posible, descargar los tubos al borde de la zanja, para evitar sucesivas manipulaciones. En el caso de que la zanja no





estuviera abierta todavía, se colocarán los tubos, siempre que sea posible, en el lado opuesto a aquel en que se piensen depositar los productos en la excavación y de tal forma que queden protegidos del tránsito, de los explosivos, etc.

### **3.24.7.3. Montaje**

En la manipulación de los tubos para el montaje de tubería se tendrá en cuenta lo prescrito en 7.2.

Antes de bajar los tubos a la zanja se examinarán éstos y se apartarán los que presenten deterioros.

Una vez los tubos en el fondo de la zanja, se examinarán nuevamente para cerciorarse de que su interior está libre de tierra, piedras, útiles de trabajo, etc. y se realizará su centrado y perfecta alineación, conseguido lo cual se procederá a calzarlos y acodarlos con un poco de material de relleno para impedir su movimiento. Cada tubo deberá centrarse perfectamente con el adyacente. Si se precisase reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera cocción.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua, para ello es buena práctica montar los tubos en sentido ascendente asegurando el desagüe en los puntos bajos.

Al interrumpirse la colocación de la tubería se evitará su obstrucción y se asegurará su desagüe, procediendo no obstante esta precaución a examinar con todo cuidado el interior de la tubería al reanudar el trabajo por si pudiera haberse introducido algún cuerpo extraño en la misma.

## **3.25. TUBERÍAS DE HORMIGÓN**

### **3.25.1. CONDICIONES GENERALES**

#### **3.25.1.1. Campo de aplicación**

Las presentes especificaciones serán de aplicación para los tubos y piezas especiales de hormigón armado y en masa.

#### **3.25.1.2. Diseño**

El diseño de los tubos se deberá ajustar a las dimensiones y características que se especifican a continuación y que, en líneas generales, siguen la Norma UNE-127-010-EX para los tubos de hormigón armado.

La unión entre tubos será mediante enchufe en campana armada con junta de estanqueidad de goma, UNE-EN 681-1. No se admitirán uniones machihembradas, ni enchufes lisos con alargamiento del machihembrado convencional.





### **3.25.2. TUBOS DE HORMIGÓN ARMADO**

Se adoptan cinco clases de tubos según su resistencia a aplastamiento definida por la carga de fisuración controlada en el ensayo de tres aristas expresada en kilogramos/metro cuadrado (D-carga).

Las características de los tubos serán las de las tablas siguientes:

#### ***3.25.2.1. Espesores de pared***

Los espesores de pared mínimos recomendados para los tubos, se indican en la tabla 1:

**TABLA 1**

<b>DN</b>	<b>Espesor (mm)</b>
150	22
200	29
250	32
300	50
400	59
500	67
600	75
800	92
1000	109
1200	125
1400	142
1500	150
1600	159
1800	175
2000	192
2500	234
3000	300

#### ***3.25.2.2. Tolerancias dimensionales***

Las tolerancias sobre el diámetro interior será + 5 mm para dimensiones nominales no superiores a 300 mm y + (3 + 0,005 DN) mm para dimensiones nominales mayores de 300 mm con un límite máximo de + 15 mm.





### 3.25.2.3. Carga de rotura

Un tubo deberá soportar la carga mínima de ensayo que le corresponda, según sus dimensiones y clase resistente.

Las cargas mínimas de ensayo correspondientes, se dan en la tabla siguiente.

El cumplimiento de estas cargas de rotura se verificará mediante ensayos.

<b>Tubos de hormigón armado y hormigón con fibra de acero</b>									
<b>Dimensiones nominales</b>		<b>Cargas de fisuración (<math>F_f</math>) y rotura (<math>F_n</math>) mínimas de ensayo kN/m</b>							
		<b>Clase 60</b>		<b>Clase 90</b>		<b>Clase 135</b>		<b>Clase 180</b>	
		<b>Fisuración</b>	<b>Rotura</b>	<b>Fisuración</b>	<b>Rotura</b>	<b>Fisuración</b>	<b>Rotura</b>	<b>Fisuración</b>	<b>Rotura</b>
Tubos Circulares (DN)	300	-	-	18	27	27	40,5	36	54
	400	-	-	24	36	36	54	48	72
	500	-	-	30	45	45	67,5	60	90
	600	-	-	36	54	54	81	72	108
	800	-	-	48	72	72	108	96	144
	1000	40	60	60	90	90	135	120	180
	1200	48	72	72	108	108	162	144	216
	1400	56	84	84	126	126	189	168	252
	1500	60	90	90	135	135	202,5	180	270
	1600	64	96	96	144	144	216	192	288
	1800	72	108	108	162	162	243	-	-
2000	80	120	120	180	180	270	-	-	
Tubos Ovoides (WN/HN)	600/900	-	-	36	54	54	81	72	108
	700/1050	-	-	42	63	63	94,5	84	126
	800/1200	-	-	48	72	72	108	96	144
	900/1350	-	-	54	81	81	121,5	108	162
	1000/1500	-	-	60	90	90	135	120	180
	1200/1800	48	72	72	108	108	162	-	-
	1400/2100	56	84	84	126	126	189	-	-



### **3.25.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS**

#### **3.25.3.1. Cemento**

De acuerdo a la Instrucción para la Recepción de Cementos RC-03, salvo indicación expresa en contra, se empleará cemento resistente a sulfatos tipo CEM II/A 42,5 N/SR-MR UNE 80.303-1:2000.

En todos ellos el contenido de aluminato tricálcico del clinker será inferior a 8%.

- La categoría no será inferior a CEM II/A 42,5 N/SR-MR.
- En los documentos de origen figurarán el tipo, clase y categoría a que pertenece el cemento, así como la garantía.
- La Dirección de obra podrá autorizar otro tipo de cemento, a propuesta del fabricante, siempre que se demuestre su idoneidad mediante los ensayos y pruebas que se consideren oportunos

Asimismo, la Dirección de obra podrá ordenar la mezcla de distintos tipos de cemento a la vista de las características de los agentes agresivos.

-El almacenamiento cumplirá lo exigido en la Norma EHE.

#### **3.25.3.2. Agua**

Se empleará agua limpia y libre de materiales nocivos, tanto en suspensión como en disolución.

Se exigirán las condiciones de la Instrucción EHE y las ya indicadas en el apartado "Obras de hormigón" de este pliego.

No se podrá emplear agua que tenga un contenido en sales disueltas mayor de dos gramos por litro (2 g/l).

#### **3.25.3.3. Áridos**

Se aplicará la Instrucción EHE en cuanto a características y procedencias.

La granulometría será suficientemente continua para conseguir una gran capacidad del hormigón y deberá ser aprobada por la Dirección de obra.

El árido empleado para la fabricación del hormigón de los tubos será calizo para aumentar la alcalinidad de la mezcla.

Se procederá a un lavado previo de los áridos, si la Dirección de obra lo considera conveniente.

El tamaño máximo del árido se limita a 20 mm., ó 3/4 de la separación entre espiras, cualquiera que sea menor.

El contenido de finos (fracción que pasa por el tamiz nº 200 ASTM) en el árido fino no podrá superar el 3% en peso, pudiendo admitirse hasta un 5% si son arcillosos.

El contenido de sulfatos en los áridos expresado en SO<sub>3</sub> se limitará al 0,4% del peso total del árido.





Deberá ser garantizado mediante la colocación de separadores de plástico o metal protegido contra la corrosión.

Si en algún punto se debiera colocar algún elemento metálico con un recubrimiento menor de 19 m/m., será de acero inoxidable.

La diferencia radial de las espiras respecto a la circunferencia perfecta, no podrá ser superior en ningún caso a 10 milímetros.

La última espira deberá ser paralela al borde del tubo, y no irá separada más de 2,5 cm. de aquél.

#### **3.25.3.4. Hormigón**

##### **Características:**

La cantidad de cemento no podrá ser inferior a 350 kilogramos por metro cúbico (350 kg/m<sup>3</sup>) de hormigón compactado.

La relación agua/cemento (a/c) de la mezcla será como máximo igual a 0,45.

El contenido de ion Cloro (Cl-) en la mezcla no podrá ser superior al 0,3% de la cantidad de cemento en peso.

La resistencia característica del hormigón será la definida en proyecto para los distintos elementos y no podrá ser nunca menor de 30 N/mm<sup>2</sup> para hormigón armado o en masa y clase de exposición Qb.

##### **Aditivos en el hormigón:**

Se podrá añadir al hormigón de los tubos moldeados únicamente un plastificante que facilite su colocación en el interior de los moldes.

La naturaleza del plastificante será tal que no disminuya la resistencia del hormigón ni presente peligro de corrosión de armaduras.

El fabricante realizará los ensayos necesarios para demostrar que se cumplen las condiciones anteriores.

Se prohíbe la utilización de productos que lleven cloro en su composición.

#### **3.25.3.5. Acero en las armaduras**

##### **Características del acero:**

Se empleará acero B-500S, de límite elástico 500 N/mm<sup>2</sup>.

El módulo de deformación longitudinal del acero de las armaduras a adoptar será  $E_p=200.000$  N/mm<sup>2</sup>.



El acero estará homologado en cuanto a adherencia y resistencia a la tracción y llevará el sello de conformidad CIETSID.

El alambre de soldar cumplirá la norma UNE-14024.

Las barras no tendrán disminución de sección, aceites, grasas o cualquier otro deterioro.

Las barras corrugadas, a efectos de la Instrucción EHE de Hormigón Estructural, cumplirán los requisitos técnicos establecidos en la UNE 36036:94.

Los alambres de pretensado serán aquellos que cumplirán los requisitos establecidos en la UNE 36094:97.

Los empalmes por soldadura deberán realizarse con los procedimientos descritos en la UNE 36832:97.

Para garantizar la aptitud para el soldeo, se limita el contenido de carbono equivalente a 0,5.

#### **Armaduras:**

La armadura principal podrá ser mediante cercos debidamente soldados o en forma de hélice. Deberá ser armadura circular, no admitiéndose elíptica. La armadura longitudinal estará soldada a la transversal en los puntos de contacto, e irá colocada a intervalos regulares. Tendrá una cuantía mínima del veinte por ciento (20%) de la principal.

La armadura longitudinal mantendrá su continuidad en la transición del fuste a la campana, bien por doblado de las barras longitudinales o bien por unión de un elemento especial soldado a la jaula principal.

En juntas a media madera (diámetros grandes) se unirán las armaduras longitudinales de las jaulas, mediante doblado de una de ellas.

Tanto en la campana como en el enchufe se colocará una armadura adicional de refuerzo, con una cuantía igual a la de la armadura principal.

La separación entre cercos no podrá ser menor de 20 ni mayor de 100 para tuberías hasta de 100 mm. de espesor de pared, pudiendo ser igual a ésta para espesores mayores y nunca mayor de 150 mm.

El recubrimiento no será menor de 25 mm. para tuberías con un espesor de pared mayor o igual de 60 mm. pudiendo bajar a 19 mm. en las de espesor inferior. No se considera el espesor del hormigón de limpieza o sacrificio.

La alcalinidad del hormigón será como mínimo 0,85. Se define la alcalinidad de un material como la cantidad de ácido que una masa de ese material puede neutralizar comparada con la capacidad neutralizante del CO<sub>2</sub>Ca frente a ese ácido.

Se determina por el procedimiento recogido en el Capítulo 7 del Concrete Pipe Handbook, American Concrete Pipe Association.



### **Colocación y desarrollo:**

Se aplicará con carácter general la Instrucción EHE.

Los tubos se fabricarán por centrifugación y se someterá al hormigón a un esfuerzo de centrifugación mínimo de 30 kg. sobre un encofrado metálico.

Se procederá al desmoldeo de los tubos cuando el hormigón haya adquirido una resistencia de 150 kg/cm<sup>2</sup>., como mínimo.

Cuando se utilicen cementos con un contenido de aluminato tricálcico menor del cinco por ciento (AC<sub>3</sub><5%) se mantendrá el tubo en el molde durante 16 horas como mínimo.

### **3.25.3.6. CURADO**

La duración del tiempo de curado se establecerá en función del tipo, clase, categoría y dosificación del cemento, temperatura ambiente, etc., y será determinado mediante las pruebas realizadas con no menos de cinco (5) probetas cilíndricas curadas en las mismas condiciones de los tubos, hasta que alcancen una resistencia media superior a la característica.

El curado inicial de los tubos se realizará mediante vapor de agua saturado cuya temperatura irá aumentando progresivamente según las siguientes recomendaciones:

- El incremento de temperatura será tal que no se superará a la del ambiente en más de 22° C durante la primera hora.
- No se superará a la temperatura del ambiente en más de 37° C durante la segunda hora.
- En ningún momento se superará la temperatura ambiente en más de 66° C.
- La temperatura final estará comprendida entre 60° C y 80° C.
- El tiempo de curado al vapor estará comprendido entre 4 y 8 horas.

El proceso de curado deberá ser aprobado por la Dirección de obra y no podrá ser modificado sin su autorización escrita.

### **3.25.4. ENTREGA DE LOS TUBOS**





No se enviará ningún tubo a obra hasta alcanzar la edad de diez (10) días, durante los cuales se mantendrá bajo riego en el parque de almacenamiento.

### **3.25.5. JUNTAS DE GOMA**

El elastómero utilizado en la fabricación de los aros de goma será uno de los siguientes:

- Caucho.
- Estireno - Butadieno.
- Isobuteno - Isopreno.
- Cloropreno.
- Butadieno - anilonitrilo.
- Etileno - propileno.
- Silicona.

Distintas mezclas de esos materiales podrán ser utilizadas siempre que sean aceptadas por la Dirección de obra. Las propiedades físicas de la mezcla no deberán ser inferiores a las especificadas para cada uno de los componentes.

Los componentes del caucho no podrán contener caucho reciclado, aceites vegetales, restos de vulcanizado o cualquier otra sustancia perjudicial para las propiedades de las juntas o para el fluido que esté en contacto con ella.

La goma de las juntas tendrá las siguientes propiedades:

\*Situación inicial.

- Dureza shore: Mín. = 45. Máx. = 65.
- Tensión de alargamiento: Mín. = 180 kg/cm<sup>2</sup>.
- Extensión a la rotura: Mín. = 350%.
- Compresión en bloque a 23° C. y 70 horas: Máx. = 10%.
- Compresión en bloque a 70° C y 22 horas: Máx. = 25%.

\*Después de un envejecimiento acelerado:

- Tensión de alargamiento: Disminución respecto de la inicial = (Máx) 20%.
- Alargamiento de rotura: disminución respecto de la inicial = (Máx) 20%
- Disminución de dureza = 5%.

\*Absorción de agua en peso: 10%.

-Resistencia al ozono: No se producirán fisuras después de la exposición al ozono.





Todas las gomas se fabricarán por extrusión o moldeo y serán curadas de tal manera que cualquier sección sea densa, homogénea y libre de poros, picaduras o cualquier otra imperfección.

### **3.25.6. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y TOLERANCIAS**

#### **3.25.6.1. Diámetro exterior**

El diámetro exterior será fijado por el fabricante antes de proceder al primer envío y se obtendrá de acuerdo con los espesores de la Norma UNE 127-010 EX y UNE 127-011 EX.

#### **3.25.6.2. Espesor del tubo**

Salvo indicación expresa en contra, se utilizará, para los tubos de hormigón armado, el espesor máximo "C" de las tablas de diseño.

La variación admisible del espesor de la pared del tubo respecto de la teórica del proyecto no deberá superar al mayor de los siguientes valores:

- 5% del espesor del tubo.
- 5 mm.

#### **3.25.6.3. Longitud del tubo**

Se define como longitud eficaz del tubo la distancia entre el borde exterior del macho (enchufe o espiga) y el borde interior de la hembra (campana o enchufe).

Esta longitud la podrá definir el fabricante y deberá estar comprendida entre 0,45 y 6, m., no siendo superior a 2,5 m. para los tubos de hormigón en masa, ni inferiores a 2 m. para hormigón armado.

Se admite una variación de la longitud especificada por el fabricante no mayor de 10 mm./metro, no pudiendo superarse en toda la longitud del tubo los 13 mm.

#### **3.25.6.4. Diámetro interior**

**Diámetro nominal:**





Corresponde al diámetro de diseño de la tubería y estará dentro de la serie de diámetros normalizados

***Diámetro de fabricación:***

Cada fabricante fijará un diámetro de fabricación próximo al nominal y que entrará dentro de los límites siguientes:

Diámetro nominal (mm)	Diámetro máximo	Diámetro mínimo
130-300	+5	0
350-600	+10	-10
700-1.200	+20	-20
1.300-1800	+30	-20
1.900-2.000	+35	-25
2.100-2.400	+35	-25
2.500-3.000	+40	-25

***Desviaciones permisibles en el diámetro interior:***

Están referidas al diámetro de fabricación y deberán estar dentro de los siguientes límites:

Diámetro nominal (mm)	Variación diámetro (mm)
150-300	+ 5
350-1.000	+ 6
1.200-3.000	+ 10
1.900-3.000	+ 16

***Desviación respecto de la alineación recta:***

Los tubos deberán ser rectos, permitiéndose una desviación máxima de 3,5 milímetros por metro, de la longitud total eficaz del tubo.

**3.25.6.5. Perpendicularidad de los bordes**

Los bordes de cada tubo deberán ser perpendiculares al eje longitudinal del mismo, salvo en los codos que lo serán a la tangente al eje en el punto considerado.

Las variaciones admisibles entre la longitud de dos generatrices no podrá superar los 6 milímetros para los tubos hasta 600 mm. de diámetro interior; no





deberá superar los 3 mm. para diámetros mayores con un máximo de 15 mm. en cualquier longitud de tubo, hasta un diámetro interior de 2.100 m., para diámetros mayores se limita la diferencia total a 20 mm.

### **3.25.6.6. Superficie interna**

El método constructivo y los materiales empleados deberán permitir la obtención de una superficie interna suficientemente lisa para garantizar el buen funcionamiento hidráulico del tubo.

Se admitirán irregularidades que originen una separación del calibre de medida de 2,5 mm. desde la superficie, de acuerdo con el ensayo del Apéndice J de la BS-5911.

Se permite picar protuberancias aisladas para cumplir con esta condición.

## **3.25.7. JUNTAS**

### **3.25.7.1. Diseño**

Se aportará para su aprobación un diseño de junta totalmente detallado, incluyendo:

-Dimensiones y forma de los extremos de los tubos.

-Forma, dimensiones y dureza de los aros de goma que serán de tipo lágrima.

La junta será de enchufe y campana. En cualquiera de los casos se deberá cumplir el la norma UNE-EN 681-1.

### **3.25.7.2. Características generales**

Todas las superficies de la junta, superiores o inferiores, en las que la goma pueda apoyarse, deberán ser libres, lisas de resaltos, grietas, fracturas o imperfecciones que puedan afectar negativamente al funcionamiento de la junta.

El diseño de la junta será tal que resista las fuerzas provocadas por la compresión de la goma una vez montada sin que aparezcan grietas o fracturas durante los ensayos oportunos.

La goma será el único elemento del que depende la flexibilidad y estanqueidad de la junta. La goma será un anillo continuo que se colocará cómodamente en el espacio anular entre las superficies de solape de la junta, para conseguir un sellado flexible y estanco.

El diseño de la junta deberá proporcionar, una vez montada según las instrucciones del fabricante, una estanqueidad total dentro del rango correspondiente de giro admisible, desplazamiento longitudinal y esfuerzo cortante actuando sobre ella.

Las características de la junta deberán permitir, como mínimo, los siguientes movimientos:





Diámetro nominal	Deflexión mínima	angular	Desplazamiento mínimo (mm)	recto
300-600	2°		20	
700-1.200	1°		20	
1.200-1.800	0,5°		20	
> 1.800	a establecer el fabricante		a establecer el fabricante	

### 3.25.7.3. Juntas y gomas

#### **Juntas de tubería bajo el nivel freático:**

La goma irá confinada en una acanaladura realizada en el enchufe de forma que no se produzca ningún desplazamiento de la goma, debido a movimientos de la tubería o presión hidrostática.

El volumen total del espacio anular destinado a contener el aro de goma una vez montado, no será menor que el volumen de diseño de la goma utilizada. La sección transversal del espacio anular se calculará con el diámetro mínimo de la campana, máximo del enchufe, mínima anchura y profundidad de la acanaladura. Se considera el centro de gravedad de la sección de goma colocada en el punto medio del espacio entre la cara interior de la campana y el fondo de la acanaladura.

Si el volumen medio del aro de goma utilizado es menor que el 75% del volumen de espacio anular en el que estará contenido una vez montado en posición concéntrica, no se estirará más de un 20% de su longitud inicial, y no más del 30% cuando el volumen de la goma sea el 75% o mayor del volumen del espacio anular. Para el cálculo del volumen del espacio anular, se consideran los valores medios del diámetro interior de la campana, diámetro exterior del enchufe, anchura y profundidad de la acanaladura, con el centro de gravedad igual que en el párrafo anterior.

Cuando entra en contacto la cara interior de la campana con la cara exterior del enchufe, se deberá cumplir lo siguiente: si el volumen de la goma es menor que el 75% del espacio anular en el punto de contacto, la deformación no será mayor del 40% ni menor que el 15% en ningún punto. Si el volumen de la goma es mayor que el 75% del volumen del espacio anular, la deformación de la goma, en las condiciones anteriores, no será mayor del 50% ni menor del 15%.





Cuando se determine el máximo porcentaje de deformación de la goma, se utilizará la máxima anchura de la acanaladura, la mínima profundidad y el diámetro de la goma estirada, haciéndose el cálculo en el eje de la acanaladura.

Cuando se determine el mínimo porcentaje de la deformación de la goma se utilizará la mínima anchura de la acanaladura, el máximo diámetro de la campana, el mínimo diámetro del enchufe, la máxima profundidad de la acanaladura y el diámetro de la goma estirada, haciéndose el cálculo en el eje de la acanaladura.

Para el cálculo de la deformación de la junta de goma se utiliza el diámetro deformado obtenido así:

$$Dd = \frac{Di}{1+x}$$

Siendo:

Dd = Diámetro deformado.

Di = Diámetro inicial del diseño.

x = Tanto por ciento de deformación de la goma en diseño, dividido por cien.

La conicidad de la superficie interior de la campana o caja y de la superficie exterior del enchufe o espiga en las que se apoya la goma durante el montaje, excepto dentro de la acanaladura, se limita a 2º grados medidos respecto del eje longitudinal del tubo.

Cada junta de goma será fabricada para proporcionar el volumen de goma requerido por el diseño de junta del fabricante de tubos con una tolerancia de  $\pm 3\%$  para diámetros de la sección de goma menores o iguales a 13 mm. y del  $\pm 1\%$  para diámetros iguales o mayores a 25 mm. Para diámetros intermedios la tolerancia varía linealmente.

Si la goma no es de sección circular se empleará el diámetro equivalente.

Las tolerancias admisibles para la anchura del espacio anular para las superficies de apoyo de la goma, se establecen en  $\pm 10\%$  del espesor de la goma descomprimida utilizada y con un máximo de 2 mm.

#### **3.25.7.4. Juntas de tubería sobre el nivel freático:**

El espacio anular entre las superficies de apoyo de las gomas de la junta montada y centrada no será mayor del 75% del espesor de la goma descomprimida utilizada, incluyendo las tolerancias del fabricante en la junta y en la goma.





La junta permitirá un giro de la tubería por apertura de uno de los lados del perímetro exterior al menos 12 mm., más que en la posición de alineación recta.

El ángulo de adelgazamiento de las superficies cónicas de la cara interior de la campana o caja (tubos machihembrados) y de la superficie exterior del enchufe o espiga en las que se apoya la goma, no será mayor de 3,5° medidos al eje del tubo, ángulos mayores se pueden utilizar siempre que satisfagan las pruebas oportunas y sean aprobados por la Dirección de obra.

El aro de goma no se alargará más de un 30% de su circunferencia original cuando se coloque en el extremo macho de la junta del tubo.

Las tolerancias admisibles para la anchura del espacio anular entre las superficies de apoyo de la goma se establecen en  $\pm 10\%$  del espesor de la goma descomprimida utilizada y con un máximo de 2 mm.

### 3.26. TUBERÍAS DE PVC LISO

#### 3.26.1. CONDICIONES GENERALES

Las presentes especificaciones serán de aplicación para los tubos y piezas especiales de policloruro de vinilo no plastificado UPVC. En general, sólo se admitirán tubos y accesorios de PVC de color “teja” (naranja rojizo) con campana y junta de goma y que cumplan la norma UNE-EN 1401.

Las tuberías de PVC a emplear en obras de saneamiento serán de color teja y vendrán definidas por su presión de servicio.

Se utilizarán como mínimo las tuberías de rigidez nominal SN4.

#### 3.26.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

El material empleado en la fabricación de los tubos y accesorios será resina de policloruro de vinilo técnicamente pura (menos del 1 por 100 de impurezas) y se ajustará a lo dispuesto en el Pliego de prescripciones técnicas generales de tuberías de saneamiento de poblaciones del M.O.P.U (1986) y a lo estipulado en la norma UNE-EN 1401.



### **3.26.3. CLASIFICACIÓN**

Los tubos se clasificarán por su diámetro nominal y por su espesor de pared según norma UNE-EN 1401.

### **3.26.4. UNIONES**

Las uniones entre tuberías y entre tuberías y piezas se realizarán mediante uniones flexibles con anillo elastomérico.

### **3.26.5. CONTROL DE CALIDAD**

Salvo lo que especifique el Director de Obra, el Control de Calidad se llevará a cabo mediante el ensayo de aplastamiento entre placas paralelas móviles de un tubo cada 500 metros lineales de tubería por cada clase y diámetro. Cuando la muestra se deforma por aplastamiento un 60% (hasta el punto donde la distancia entre las placas paralelas es igual al 40% del diámetro exterior original) no deberá mostrar evidencias de agrietamiento, fisuración o rotura.

Si el tubo ensayado no supera dichas pruebas, será rechazado todo el lote sin perjuicio de que la Dirección de Obra, a su criterio, pueda aceptar la reclasificación de los tubos correspondientes a una categoría inferior, acorde con los resultados del ensayo.

Se comprobará igualmente en la prueba de aplastamiento que el módulo resistente EI, obtenido con la carga que produce una deformación del 5%, no es inferior al obtenido mediante la fórmula:

$$EI = 5.000 S^3$$

siendo S el espesor del tubo en cm.

### **3.26.6. PRUEBAS EN LAS TUBERÍAS**

Una vez instalada la tubería se llevarán a cabo las pruebas en zanja.

Durante la prueba de las tuberías, es importante comprobar la impermeabilidad de las mismas y piezas especiales, para lo cual éstas deben dejarse descubiertas.



El Contratista proporcionará todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas, así como el personal necesario; la Dirección de obra podrá suministrar los manómetros o equipos medidores si lo estima conveniente, o comprobar los suministrados por la Empresa adjudicataria.

### **3.26.6.1. Prueba de presión interna**

La prueba de presión interior se realizará a medida que avance el montaje de la tubería por tramos de longitud fijada por la Dirección de obra. En el tramo elegido, la diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y el de rasante más alta, no excederá del diez por ciento (10%) de la presión interior de prueba en zanja, que será tal, que se alcance en el punto más bajo del tramo en prueba, una con cuatro (1,4) veces la presión máxima de trabajo en el punto de más presión. La presión en esta prueba se hará subir lentamente de forma que el incremento de la misma no supere un (1) kilogramo por centímetro cuadrado y minuto.

Una vez obtenida la presión, se parará durante treinta (30) minutos y se considerará satisfactoria cuando durante este tiempo el manómetro no acuse un descenso superior a raíz cuadrada de "p quintos",  $(p/5)$ , siendo "p" la presión de prueba en zanja en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>). Cuando el descenso del manómetro sea superior, se corregirán los defectos observados repasando las juntas que pierdan agua, cambiando si es preciso algún tubo, de forma tal que al final se consiga que el descenso de presión no sobrepase la longitud indicada.

Antes de empezar la prueba estarán colocados en su posición definitiva todos los accesorios de la conducción. Se comprobará cuidadosamente que las llaves intermedias en el tramo de prueba, de existir, se encuentren bien abiertas. Los cambios de dirección, piezas especiales, estarán anclados y sus fábricas con la resistencia debida.

Se empezará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba, una vez se haya comprobado que no existe aire en la conducción. A ser posible se dará entrada al agua por la parte baja, con lo cual se facilitará la expulsión del aire por la parte alta. Si esto no es posible, el llenado se hará aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería, colocando un grifo de purga en el punto más alto para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado en la forma debida.



La bomba para proporcionar la presión hidráulica podrá ser manual o mecánica; en este último caso estará provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión.

### **3.26.6.2. Prueba de estanqueidad**

Después de haberse completado satisfactoriamente la prueba de presión interior, se realizará la de estanqueidad.

La presión de prueba de estanqueidad será la máxima estática que exista en el tramo de la tubería objeto de la prueba.

La pérdida, es la cantidad de agua que hay que suministrar en el tramo mediante un bombín tarado de forma que se mantenga la presión de prueba de estanqueidad después de haber llenado la tubería de agua y haber expulsado el aire.

La duración de esta prueba será de dos horas y la pérdida de este tiempo será inferior al valor dado por la fórmula:

$$V = K L D$$

en el cual: V = pérdida total en litros, L = longitud del tramo, en metros; D = diámetro interior en metros, y K = coeficiente dependiente del material:

Hormigón armado	K = 0,400
Hormigón pretensado	K = 0,250
Fibrocemento	K = 0,350
Fundición	K = 0,300
Acero	K = 0,350
Plástico	K = 0,350

De todas formas, cualesquiera que sean las pérdidas fijadas, si éstas son sobrepasadas, el Contratista, a sus expensas, reparará todas las juntas y tubos defectuosos; también está obligado a reparar cualquier pérdida de agua que se aprecie, aún cuando el total sea inferior al admisible.

Las piezas especiales están sujetas a las mismas pruebas que la tubería en que se encuentren instaladas, además de aquellas que le son propias.

También será probada simultáneamente la estanqueidad de las arquetas y pozos de registro de las conducciones de alcantarillado, prestando especial atención a las filtraciones, de o hacia el terreno, que se puedan producir en las aristas o perímetros de unión de las partes componentes de las arquetas o pozos, o de éstas con los tubos.



## 3.27. Tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio

### 3.27.1. Condiciones Generales

#### 3.27.1.1. **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 especifiquen 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 el proyecto.

#### 3.27.1.2. **Normas aplicables**

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 siguientes:

UNE-EN 1796: 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 14364: Sistemas canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento con o sin presión. Plásticos termoendurecibles 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.

ISO 10639: Norma internacional para 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).

ISO 10467: Sistemas canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento con o sin presión. Plásticos termoendurecibles reforzados con fibra de vidrio (PRFV) a base de resina de poliéster insaturada (UP).

### **3.27.1.3. 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 newtons por metro cuadrado (N/m<sup>2</sup>) y se obtiene según la norma UNE-EN 1228.



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):

$$SN = \frac{E \times I}{d_m^3} \quad (1)$$

Donde

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)]:

$$I = \frac{e^3}{12} \quad (2)$$

Donde

e es el espesor de pared, en metros (m).

#### **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) ó (4):

$$d_m = d_i + e \quad (3)$$

$$d_m = d_e - e \quad (4)$$

Donde

di es el diámetro interior, en metros (m);

de 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,  $S_{50}$ , 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,  $S_0$ .

Viene dado por la ecuación (5).

$$\alpha_{x,fluencia,húmedo} = \frac{S_{50}}{S_0} \quad (5)$$

#### **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 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).



$$\text{deflexión circunferencial relativa} = \frac{y}{d_m} \times 100 \quad (6)$$

**Desviación angular de las juntas (d):**

Ángulo entre los ejes de dos tubos adyacentes, expresado en grados (°).

**Retracción (D):**

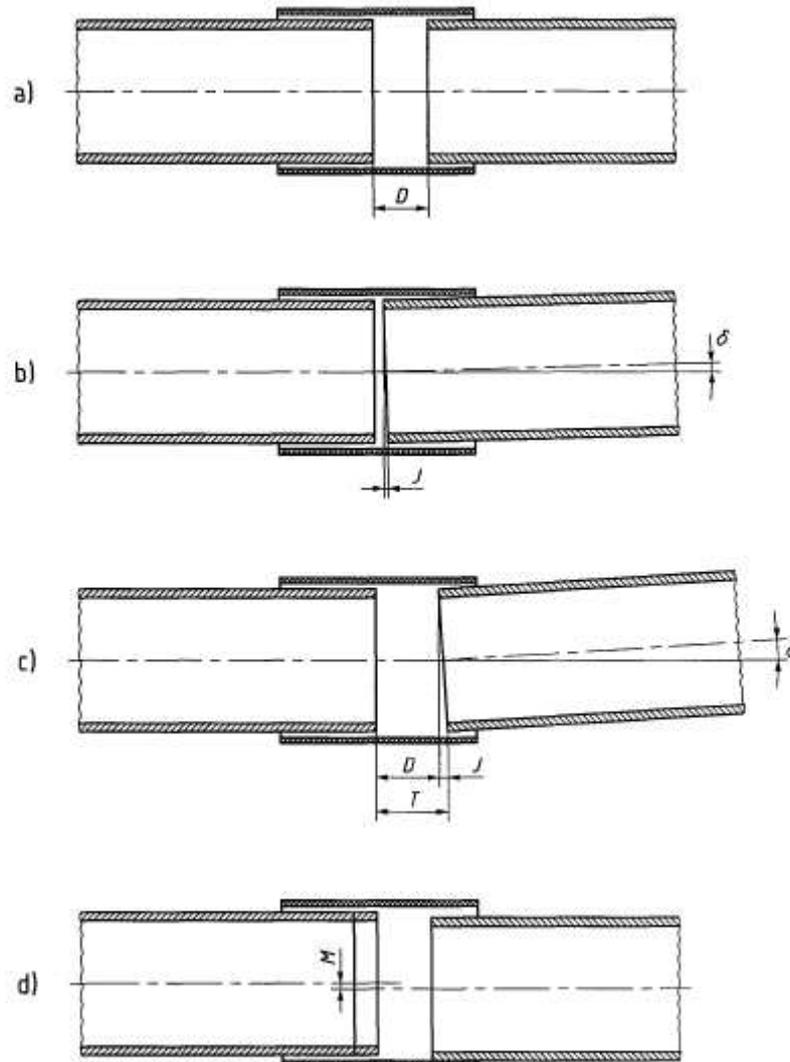
Movimiento longitudinal de una junta, expresado en milímetros (mm).

**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.





### **3.27.2. Características de los Materiales**

#### **3.27.2.1. Clasificación**

##### **Categorías**

Los tubos y los accesorios se deben clasificar en función del tamaño nominal (DN), de la presión nominal (PN). Los tubos se clasifican adicionalmente por la rigidez nominal (SN).

##### **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.

Tabla 1 – Tamaños Nominales

Tamaños nominales DN		
100	900	2200
125	1000	2300
150	1100	2400
200	1200	2500
250	1300	2600
300	1400	2700
350	1500	2800
400	1600	2900
450	1700	3000
500	1800	3100
600	1900	3200
700	2000	
800	2100	

##### **Rigidez nominal**

La rigidez nominal, SN, debe ser conforme a una de las especificadas en la tabla 2.

Tabla 2 - Rigidez nominal (SN)



### Rigidez nominal (SN)

2000	5000
2500	8000
4000	10000

La elección de la rigidez del tubo se debe realizar de acuerdo con los cálculos realizados según el manual AWWA M-45, basada en la carga soportada, los materiales de relleno, el suelo natural, el tipo de instalación y la capacidad de resistencia al vacío.

### Presión nominal

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 PN v donde v es el número igual a la presión nominal de los componentes.

Tabla 3 - Presión nominal (PN)

Presión (PN)	nominal
1	16
4	20
6	25
10	32
12,5	

### 3.27.2.2. Materiales

#### Generalidades

El tubo o el accesorio se debe construir empleando filamentos de vidrio cortados y continuos, fieltros o velos de tejidos sintéticos y/o de vidrio, y resina de poliéster sin cargas. Únicamente podrán utilizarse los aditivos necesarios para promover la reacción de polimerización de la resina.



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.

El tubo o el accesorio incorporará también áridos. No se admitirá el uso de áridos en la estructura del tubo si este no incorpora conjuntamente fibra de vidrio cortada.

### **Refuerzo**

El vidrio utilizado para la fabricación del refuerzo será del siguiente tipo:

Vidrio tipo .E., que comprende principalmente óxidos de sílice, aluminio y calcio (vidrio aluminocalcosilicato) o silicio, aluminio y boro (vidrio aluminoborosilicato);

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, dirigidos de forma continua, y deben tener un tratamiento superficial 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.

### **Resina**

La resina utilizada en la capa estructural (véase 4.3.2) debe tener una temperatura de flexión de al menos 70 °C.

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 no será superior al 0,02 % en peso según ensayo definido en la norma ISO 4901 : 1985

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 35.



## **Áridos**

El tamaño de las partículas de los áridos no debe ser superior a 1 mm. Las cargas se emplazarán en una sola capa del tubo a forma de núcleo. No se admite el uso de otro tipo de cargas en la fabricación de tubos de presión.

## **Elastómeros**

El material elastomérico de las juntas de estanquidad debe ser conforme con los requisitos aplicables de la Norma EN 681-1.

### **3.27.2.3. Construcción de la pared del tubo**

#### **Capa interior (liner)**

La capa interior debe ser fabricada con resina termoestable sin áridos y con refuerzos de vidrio y/o sintéticos. No se admite la fabricación de liners fabricados enteramente (100%) con resina.

#### **Capa estructural**

La capa estructural debe constar de un refuerzo de vidrio y de una resina termoestable, con áridos. Los refuerzos de vidrio serán tanto de hilo continuo como cortado. Sólo se admitirá el uso de áridos en la capa estructural cuando se utilicen conjuntamente refuerzos de fibra de vidrio cortado.

La capa estructural es la única capa que puede incluir áridos en su composición.

#### **Capa exterior**

Esta capa debe estar formada de una resina termoestable sin áridos ni cargas con refuerzos de vidrio o de filamentos sintéticos.

#### **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.



### **Medición de las dimensiones**

En caso de discrepancia, las dimensiones de los componentes de PRFV-UP 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.

### **Tiempo transcurrido para la determinación de las propiedades a largo plazo, (x)**

El índice x, por ejemplo en S<sub>x,húmedo</sub>, indica el tiempo transcurrido necesario para determinar la propiedad a largo plazo. Las propiedades a largo plazo se deben determinar a 50 años (438 000 h).

### **3.27.2.4. Juntas**

#### **Generalidades**

Si se le solicita, el fabricante debe declarar la longitud y el diámetro exterior máximo de la junta montada.

#### **Tipo de junta**

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.

#### **Flexibilidad de los sistemas de unión**

#### **Desviación angular máxima admisible**

La desviación angular máxima admisible no debe ser inferior a los valores siguientes:

- a) 3° para tubos y/o accesorios con un tamaño nominal igual o inferior a DN 500;





b) 2º para tubos y/o accesorios con un tamaño nominal superior a DN 500 e igual o inferior a DN 900;

c) 1º para tubos y/o accesorios con un tamaño nominal superior a DN 900 e igual o inferior a DN 1 800;

d) 0,5º para tubos y/o accesorios con una dimensión nominal superior a DN 1 800.

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.

#### **Retracción máxima**

El fabricante debe declarar la retracción máxima para la que está diseñada cada junta.

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% de la longitud efectiva del tubo más largo con el que se va a utilizar.

#### **Juntas de estanquidad**

La junta de estanquidad no debe tener un efecto perjudicial sobre las propiedades de los componentes con los que se utiliza.

### **3.27.2.5. TUBOS**

#### **Características geométricas**

##### **Diámetro**

Series de diámetro

El diámetro del tubo se obtendrá según la serie B1 para los diámetros superiores o igual a DN 600 y la serie B2 para los diámetros inferiores a DN 600.



Las series de diámetro deberán permitir la interconexión directa de tubos y accesorios de distintas rigideces y presiones nominales.

### **Diámetros interiores mínimos**

El diámetro interior no debe ser inferior al 96,5% del tamaño nominal del tubo.

### **Tolerancias**

Las tolerancias serán las indicadas en la norma de referencia UNE EN 1796.

### **Espesor de pared**

El fabricante debe declarar el espesor de pared total mínimo y no debe ser inferior a 3 mm.

El espesor mínimo medio debe ser el adecuado para poder cumplir con las especificaciones de cálculo dadas en la norma AWWA C-950. El espesor mínimo unitario no debe ser inferior al 87,5% del espesor declarado.

### **Longitud**

#### **Longitud nominal**

La longitud nominal debe ser una de las siguientes:

3, 5, 6, 10 ó 12

Por acuerdo entre el fabricante y el comprador, se pueden suministrar otras longitudes.

#### **Longitud efectiva**

El tubo se debe suministrar en longitudes efectivas del tubo montado conformes con los requisitos indicados a continuación. La tolerancia de la longitud efectiva es de  $\pm 60$  mm.

Del número total de tubos suministrados en cada diámetro, el fabricante puede proporcionar hasta el 10% en longitudes más cortas que la longitud



efectiva a menos que, por acuerdo entre el fabricante y el cliente, se suministre un porcentaje mayor de tales tubos.

En todos los casos donde la longitud efectiva del tubo no sea la longitud nominal del tubo  $\pm 60$  mm, la longitud efectiva real del tubo debe marcarse sobre éste.

### **Características mecánicas**

#### **Rigidez circunferencial específica inicial**

##### **Generalidades**

La rigidez circunferencial específica inicial,  $S_0$  (véase 3.6) se debe determinar utilizando cualquiera de los métodos indicados en la Norma UNE EN 1796.

Los ensayos se deben efectuar con una deflexión circunferencial relativa comprendida entre el 2,5% y el 3,5%.

El valor determinado de la rigidez circunferencial específica inicial,  $S_0$ , no debe ser inferior que el valor aplicable indicado en la tabla 2.

Número de probetas para el ensayo de control de calidad

A menos que se indique lo contrario, se debe utilizar una probeta conforme a la norma UNE EN 1796

#### **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 UNE EN 1796.

Para esta determinación se utilizara el método de fluencia con el cual se obtendrá el valor del coeficiente de fluencia.

##### **Requisito**



El factor de fluencia  $\alpha x$ , fluencia, húmedo mínimo será 0,6.

Resistencia inicial al fallo en flexión

### Generalidades

La resistencia inicial al fallo en flexión se debe determinar utilizando el método indicado en la Norma UNE EN 1796. El ensayo se debe efectuar utilizando deformaciones diametrales adecuadas a la rigidez nominal (SN) del tubo.

### Requisito

Cuando se realiza el ensayo conforme al método indicado en la Norma UNE EN 1796, cada probeta debe ser conforme a los siguientes requisitos:

a) cuando se inspeccionan a simple vista, la probetas no deben presentar fisuras internas (véase 5.2.3.3.1);

b) la probeta no debe presentar fallo estructural aparente en ninguna de las siguientes formas (véase 5.2.3.3.2);

- 1) separación interlaminar;
- 2) rotura en tracción del refuerzo de fibra de vidrio;
- 3) deflexión de la pared del tubo;

### Deflexión circunferencial inicial mínima

#### Para las fisuras internas

La deflexión circunferencial específica relativa, inicial, mínima sin fisuras internas, en porcentaje, se obtendrá a partir de la formula siguiente 7:

$$\left( \frac{y}{d_m} \right)_{\text{sin fisuras}} \times 100 = \frac{194}{\sqrt[3]{SN}} \quad (7)$$

Donde SN es la rigidez nominal de la probeta.



### Para el fallo estructural

La deflexión circunferencial específica relativa, inicial, mínima sin fallo estructural, en porcentaje, se obtendrá a partir de la formula siguiente 8:

$$(8) \quad \left( \frac{y}{d_m} \right)_{\text{sin falloesestructurales}} \times 100 = \frac{324}{\sqrt[3]{SN}}$$

Donde SN es la rigidez nominal de la probeta.

### Número de probetas para el ensayo de control de calidad

A menos que se indique lo contrario, se debe utilizar una probeta de longitud 300 mm.

Se permite utilizar la misma probeta para los ensayos descritos en los apartados 5.2.1 y 5.2.3.

### Resistencia al fallo, a largo plazo, en la carga última en condiciones de flexión

#### Generalidades

La resistencia a la rotura, a largo plazo, en la carga última en condiciones de flexión se debe determinar utilizando el método indicado en la Norma ISO 10471, según un ensayo basado en alargamientos unitarios y con un número de probetas mínimo de 18.

#### Requisito

Cuando se realiza el ensayo conforme al método indicado en la Norma ISO 10471 sobre la base de una deflexión y sin preconditionamiento, utilizando un mínimo de 18 probetas conformes al apartado 5.2.4.5 de la EN 1796, el valor extrapolado a 50 años de la deflexión a la rotura, calculado conforme al método A de la Norma EN 705:1994, y convertido en deflexión para los valores de rigidez nominal correspondientes, no debe ser inferior al valor aplicable indicado en la tabla 4.



Tabla 4 - Deflexión circunferencial mínima, a largo plazo, extrapolada en condiciones húmedas %

<b>Rigidez Nominal</b>	2000	2500	4000	5000	8000	10000
Deflexión circunferencial mínima, a largo plazo, extrapolada en %	15,4	14,3	12,2	11,3	9,7	9

Este ensayo, o su equivalente según la norma ASTM D5365, deberá ser aportado por el fabricante mediante su realización en laboratorio acreditado.

### **Resistencia específica inicial en tracción longitudinal**

#### **Generalidades**

La resistencia específica inicial en tracción longitudinal se debe determinar conforme al método A o al método B de la Norma EN 1393:1996 utilizando probetas conformes al apartado 5.2.5.3.

#### **Requisito**

Los valores de resistencia en tracción nominal serán los dados en la tabla 13 de la norma UNE EN 1796.

El fabricante debe declarar la media de la resistencia específica inicial en tracción longitudinal.

### **Número de probetas para el ensayo de control de calidad**

Para los ensayos realizados conforme al método A de la Norma EN 1393:1996, a menos que se indique lo contrario, se deben cortar cinco probetas de un tubo. Las probetas podrán ser extraídas de la misma probeta realizada para el ensayo de rigidez y de resistencia inicial al fallo en flexión.

### **Presión de diseño inicial y de fallo para tubos de presión**

#### **Generalidades**

Para tubos de presión, la presión de fallo inicial se debe determinar de acuerdo a uno de los métodos del A al F de la Norma EN 1394:1996.



### **Requisito**

Cuando se realiza el ensayo de acuerdo a la Norma EN 1394 por uno de los métodos del A al F, utilizando probetas conformes a la UNE EN 1796, el valor de la presión de fallo inicial debe corresponder con los valores dados en la tabla 10-A de la norma AWWA C-950.

Las dimensiones de la probeta deben ser conformes a la Norma UNE EN 1796.

### **Número de probetas para el ensayo de control de calidad**

Para los ensayos realizados conforme al método A de la Norma EN 1394:1996, a menos que se indique lo contrario, se debe utilizar una probeta.

Para los ensayos realizados conforme a los métodos B al F de la Norma EN 1394:1996, a menos que se indique lo contrario, se deben tomar del tubo cinco probetas. Como resultado del ensayo se debe tomar la media de los cinco resultados.

### **Presión de fallo a largo plazo**

#### **Generalidades**

Para los tubos de presión, la presión de fallo a largo plazo se debe determinar conforme a la Norma ASTM D2992 procedimiento B, utilizando un método de análisis basado en alargamientos unitarios.

#### **Requisito**

El fabricante debe realizar el ensayo y declarará el valor de diseño de sus productos mediante ensayos realizados confirmados por un 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.



La presión a largo plazo obtenida por este método, que corresponde a la presión de servicio en continuo, será superior o igual a la presión nominal PN.

Para un elemento de tubería, se admite una sobrepresión adicional del 40% sobre la PN, en concepto de transitorio (golpe de ariete).

### **Número de probetas para el ensayo tipo**

Se debe tomar un número suficiente de probetas de forma que, al menos, se obtengan 18 puntos de fallo distribuidos según lo establecido por la ASTM D2992.

### **Ensayo de Estanquidad**

#### **Generalidades**

Se ensayaran los tubos fabricados para el proyecto mediante un banco de ensayo preparado para tal fin con el objetivo de verificar que no se ha producido defecto alguno de fabricación en referencia a la estanquidad del tubo.

#### **Requisito**

Se verificarán el 100% de los tubos de PN superior a 1 bar a dos veces su presión nominal durante 2 minutos.

#### **Marcado**

Los detalles del marcado deben imprimirse o realizarse directamente sobre el tubo de tal forma que el marcado no inicie fisuras u otro tipo de fallo. 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.

El marcado siguiente debe figurar en el exterior de cada tubo, y en el caso de tubos de DN 600 o mayores, en la superficie interior o la exterior.

- a) número de la norma de referencia;
- b) tamaño nominal DN y la serie de diámetro;



- c) Rigidez Nominal;
- d) Presión Nominal;
- e) letra P para indicar si el tubo se puede utilizar en la canalización de agua potable;
- f) nombre o marca del fabricante;
- g) fecha y código de fabricación;
- h) si procede, marca de calidad normalizada

### **3.27.2.6. ACCESORIOS**

#### **Generalidades**

Para accesorios donde el cuerpo principal sea de DN>450, las soldaduras de unión entre las diferentes partes que los configuran, estarán formadas por diferentes capas de tejido de fibra de vidrio multiaxial 90°/-45°/+45°. Las capas de fibra que constituirán el laminado de unión de los accesorios, deberán estar cortadas por procesos automáticos de corte controlados por ordenador.

Los accesorios de PRFV suministrados por el fabricante, deberán estar realizados por personal Certificado para Laminación Química, según la Guía alemana DVS 2220 y prEN 13.121-3:2004 (E) Anejo E.

#### **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.

#### **Presión nominal (PN)**

El valor de la presión nominal (PN) del accesorio se debe seleccionar de los valores indicados 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.



### **3.27.3. Rigidez nominal (SN)**

Para un material dado, un accesorio que tenga el mismo espesor de pared y la misma construcción que un tubo del mismo diámetro, tendrá una rigidez igual o superior a la de dicho tubo. Esto es debido a la geometría del accesorio. Por tanto, no será necesario someter estos accesorios a ensayo. Este punto es así de manera que se permitirá la realización de accesorios con tubos de una rigidez menor a la de los tubos que conforman la canalización.

#### **Tipo de junta**

El tipo de junta utilizada por los accesorios será la misma que la utilizada para conexión de los tubos entre si.

#### **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-UP 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.

El fabricante del accesorio debe documentar el diseño y el procedimiento de fabricación del mismo.

#### **Dimensiones**

Por declaración y acuerdo entre el comprador y el fabricante, se establecerán las dimensiones de los accesorios a utilizar.

#### **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:

- a) número de la norma de referencia;
- b) tamaño nominal DN y la serie de diámetro;
- c) para codos, derivaciones o injertos, el ángulo del accesorio designado;
- d) para reductores, los tamaños nominales DN1 y DN2;
- e) clases de rigidez;
- f) valor de la presión;
- g) nombre o marca del fabricante;
- j) fecha y código de fabricación;
- k) si procede, marca de calidad normalizada.

### **3.27.4. FUNCIONAMIENTO DE LAS JUNTAS**

#### **3.27.4.1. Uniones flexibles con juntas de estanquidad elastoméricas**

##### **Generalidades**

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 mas 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  $PN \times DN$  sea como mínimo 50 (PN en bar y DN en metros).

### **3.27.5. Requisitos**

#### **3.27.5.1. Generalidades**

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.

Para el diseño de la junta, el fabricante debe declarar la retracción y la desviación angular.

#### **3.27.5.2. Retracción**

La retracción máxima, incluyendo la contracción de Poisson y los efectos de temperatura, no será inferior al 0,3% de la longitud efectiva del tubo más largo con el que se va a utilizar la junta.

#### **3.27.5.3. Desviación angular**

Las uniones flexibles deben poder cumplir con los ensayos cuando se aplica una desviación angular, correspondiente al tamaño nominal del sistema de canalización, no inferior a los valores indicados en la UNE EN 1796.

#### **3.27.5.4. Estanquidad cuando la junta se somete a presión interna después del montaje**

Cuando la junta se monta de acuerdo a las recomendaciones del fabricante del tubo, debe resistir, sin que se produzcan fugas, una



presión interna de 1,5 x PN durante 15 min., y, posteriormente, debe ser conforme a los ensayos determinados por la UNE EN 1119.

### **Ensayo de Estanquidad**

#### **3.27.5.5. Generalidades**

Se ensayarán las juntas fabricadas para el proyecto mediante un banco de ensayo preparado para tal fin para verificar que no se ha producido defecto alguno de fabricación en referencia a la estanquidad del manguito

#### **3.27.5.6. Requisito**

Se verificarán el 100% de los manguitos de PN superior a 1 bar a dos veces su presión nominal durante 2 minutos.



### **3.27.6. REQUISITOS DEL FABRICANTE**

El fabricante deberá estar e 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 la N de AENOR

Certificado de marca internacional reconocida (por ejemplo CSTB)

Homologaciones para el uso de las tuberías para el transporte de agua potable principalmente la ACS de Francia.

### **3.27.7. INSPECCIÓN DEL CLIENTE**

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.

### **3.27.8. 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.

### **3.27.9. ASISTENCIA EN LA INSTALACIÓN**

El representante del departamento de Asistencia Técnica debe realizar una primera visita al lugar de instalación en el inicio de la misma.





El tiempo de presencia y periodicidad de las siguientes visitas, debe ser acordado y especificado en el contrato de suministro entre el Fabricante y el Cliente.

## 3.28. TUBERÍAS DE ACERO Y PIEZAS ESPECIALES

### **3.28.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Las piezas especiales y carretes de tuberías metálicas se construirán mediante curvado en frío de chapa de acero de calidad AISI 316-L y soldadura de arco eléctrico por personal especializado, formando virolas de la mayor longitud posible, siendo empalmadas en taller hasta obtener las formas proyectadas en los planos. Caso de que alguna ofrezca dificultad en el transporte, se podrán transportar por partes, realizando las mínimas soldaduras en obra, contando siempre con la autorización del Director de Obra.

Los codos se realizarán con chapa de acero electrosoldada, formando las curvas mediante gajos.

Las reducciones se realizarán siempre en chapa de acero electrosoldado de espesor igual al de la tubería de la boca de mayor diámetro.

### **3.28.1.2. UNIONES MEDIANTE BRIDAS**

Las bridas de las piezas se realizarán en acero al carbono y protegidas frente a la corrosión con una capa de pintura epoxi.

Las bridas para enlace de tramos, montaje de valvulería, etc., serán taladradas según DIN 2502 PN16 ó DIN2576 PN10 según proceda, intercalando juntas de goma semidura reforzada reforzada, de espesor mínimo 4mm, construida en una sola pieza.

### **3.28.1.3. UNIONES MEDIANTE UNIÓN FLEXIBLE - ABRAZADERA**

Las uniones flexibles que se proyectan, deberán suministrarse para la presión concreta de cada caso y se deberá indicar el par de apriete recomendado.



El cuerpo será en acero inoxidable calidad A\$, las juntas de caucho EPDM y la tortillería y ejes en acero inoxidable calidad A2. El ancho de instalación será, como mínimo, de 200 mm.

Serán de tres cierres para facilitar el montaje y su unión a tuberías existentes.

### 3.29. TORNILLERÍA

Toda la tortillería incluida en el presente proyecto será de acero de calidad 5.19 con protección anticorrosivo a base de bicromatado, con excepción de aquellos elementos en los se especifiquen otras características, pero en ningún caso de calidad inferior.

### 3.30. PINTURAS

Son productos líquidos, más o menos viscosos, que aplicados en capa delgada sobre la superficie de un objeto dan, después de un cierto tiempo, una película más o menos elástica y adherente que constituye un revestimiento protector, impermeabilizante o decorativo.

Cuando el revestimiento resultante es transparente o traslúcido, se llama barniz; si se obtiene una película opaca y brillante se denomina esmalte.

#### 3.30.1. **NORMATIVA TÉCNICA**

- UNE 48052:60, Alcoholes en diluyentes de esmaltes y barnices nitrocelulósicos.
- UNE 48055:60, Cetonas en diluyentes de esmaltes y barnices nitrocelulósicos.
- UNE 48056:60, Esteres en diluyentes de esmaltes y barnices nitrocelulósicos.
- UNE 48057:60, Ensayos de corrosión de disolventes y diluyentes.
- UNE 48076:92, Viscosidad de las pinturas y de los esmaltes grasos.
- UNE-EN 2812-1:96, Resistencia a la inmersión de las pinturas y barnices.
- UNE-EN 1518:01, Ensayos de esmaltes, pinturas y barnices. Resistencia al rayado.
- UNE-EN 1524:02, Finura de molienda de los pigmentos en las pinturas y esmaltes.
- NTE, Revestimientos de paramentos



### **3.30.2. PINTURAS ANTICORROSIVAS DE MATERIALES FÉRREOS**

- Pinturas de minio de plomo.
- Pinturas de cromato de cinc-oxido de hierro.
- Pinturas de alquitran-epoxi.

La película, una vez seca, será uniforme de color y sin imperfecciones de superficie.

### **3.30.3. PINTURAS DE ACABADO DE SUPERFICIES METÁLICAS**

#### a) Pinturas de aluminio:

Preparadas a pie de obra por mezcla de barnices con purpurinas de aluminio en polvo o en pasta.

Presentan un aspecto metálico característico conseguido por la incorporación de una pasta de aluminio molido a un barniz graso, el cual debe ser muy neutro y con un contenido de humedad muy bajo para que no se destruya el aspecto brillante de metal.

El aluminio, pulverizado o molido, forma laminillas o escamas que cuando están recubiertas con productos adecuados, flotan hacia la superficie de la capa de pintura y se orientan paralelamente, superponiéndose unas a otras para formar una película de aspecto metálico y difícil de penetrar por la humedad y los rayos ultravioleta, fundamento de su excelente resultado como pintura protectora exterior.

#### b) Pinturas martelés:

Tipo de pintura de aluminio non-leafing que por acción de una silicona adecuada, al ser aplicada presenta un aspecto característico llamado martelé, consistente en un dibujo irregular que recuerda el obtenido al martillar un recipiente de latón o cobre para darle forma de donde deriva su nombre.

Proporcionan un aspecto brillante con reflejo metálico, acabado con ligero relieve, coloración inversa y buena resistencia al roce y al lavado.

En superficies verticales es conveniente que el diluyente empleado sea de evaporación rápida con el fin de evitar que se produzcan "descuelgues".

#### c) Pinturas al clorocaucho:

Formadas por caucho clorado al que se le han incorporado plastificantes y estabilizadores con objeto de darle flexibilidad, adherencia y durabilidad.

Dan películas de brillo satinado o semi-brillante, muy impermeables y con buena adherencia a toda clase de superficies, incluso las alcalinas como el hormigón, sin que sea precisa la neutralización previa.



No resisten las salpicaduras o derrames de los disolventes, y se reblandecen por contacto con los aceites vegetales y grasas.

d) Esmaltes grasos:

Pinturas compuestas de aceites secantes mezclados con resinas duras, naturales o sintéticas y disolventes de hidrocarburos o aguarrás.

Proporcionan un brillo bastante bueno que se mantiene bien en interiores pero se pierde a la intemperie, siendo su secado y endurecimiento lento.

e) Esmaltes sintéticos:

Pinturas basadas en resinas sintéticas obtenidas por la combinación química de aceites secantes o semisecantes con resinas sintéticas duras y disolventes de hidrocarburos o aguarrás.

Proporcionan un alto grado de brillo, reteniéndolo durante mucho tiempo, incluso al exterior, siendo su secado rápido.

Los esmaltes mates no son recomendados para exteriores.

f) Lacas nitrocelulósicas:

Son pinturas a base de nitrato de celulosa plastificada adecuadamente para darle flexibilidad, disolventes de gran poder de disolución y evaporación y pigmentos adecuados.

Tienen muy buena resistencia a la intemperie, aunque con el tiempo pierden brillo que recuperan al pulir. Secan rápidamente por simple evaporación de sus disolventes.

g) Pinturas de poliuretano de dos componentes:

Las formadas por una resina de poliéster mezclada en el momento de su uso con un endurecedor o catalizador a partir de poli-isocianatos.

Proporcionan películas extremadamente duras y elásticas de gran brillo y resistencia tanto a los productos químicos como a la intemperie. Son muy sensibles al agua y a los alcoholes con los que reacciona rápidamente. Su aplicación exige superficies muy secas y no pintar en tiempo húmedo.

Cuando se apliquen sobre hierro, éste se protegerá con imprimaciones antioxidantes de tipo poliuretano o epoxi.

### **3.30.4. PINTURAS DE ACABADO SOBRE SUPERFICIES DE YESO**

a) Esmaltes grasos, sintéticos y lacas nitrocelulósicas.

Pinturas al agua que usan como ligante colas o celulósicas y como pigmentos sulfato cálcico (yeso) o carbonato cálcico (blanco de España).

Las pinturas de aspecto mate, acabado liso, rugoso o goteado con colocaciones generalmente pulidas, porosas y permeables, con poca resistencia al roce y poca dureza, no son indicadas en locales expuestos a frecuentes





condensaciones de agua, por su propensión a la formación de manchas de moho.

**b) Pinturas plásticas:**

Pinturas al agua cuyo ligante está formado por resinas plásticas emulsionadas (vinílicas, acrílicas, etc) y cuyos pigmentos son resistentes a la alcalinidad.

Permiten obtener toda la gama de colores en acabado liso, o picado fino. Pueden presentar toda clase de aspectos que van desde el mate suave al satinado, incluso hasta el brillo de un esmalte.

El tipo de resina elegido condiciona su resistencia a la intemperie y a la alcalinidad de los soportes, su contenido en resina influye en su adherencia y en su resistencia al lavado y al frote.

### **3.30.5. PINTURAS DE ACABADO SOBRE SUPERFICIES DE CEMENTO**

- a) Pinturas al clorocaucho.
- b) Esmaltes grasos.
- c) Esmaltes sintéticos.
- d) Lacas nitrocelulósicas.
- e) Pinturas al temple
- f) Pinturas plásticas:

Sobre superficies de hormigón y similares, especialmente al exterior, se recomiendan las pinturas basadas en resinas acrílicas puras o copolímeros especiales.

- g) Pinturas a la cal:

Pintura al agua cuyo aglutinante y pigmento blanco es, a la vez, el mismo producto hidróxido cálcico o cal apagada.

Consiguen acabados lisos, mates, porosos y absorbentes que se endurecen con el tiempo. Presentando buena adherencia sobre morteros de cementos y de cal, piedra y ladrillos muy porosos.

Tienen una gran resistencia a las inclemencias del tiempo.

- h) Pinturas al cemento:

Pintura al agua constituida por un cemento blanco especialmente tratado para el uso a que es destinado, y pigmentos resistentes a la alcalinidad.

Producen una capa mate, de acabado liso, absorbente, dura y buena resistencia a la intemperie; precisando sustratos ásperos y porosos para lograr una buena adherencia.





El secado y la formación de la capa se produce por el mismo mecanismo que el fraguado del cemento, por lo que es muy necesaria la constante presencia de humedad durante dicha fase.

i) Pinturas al silicato:

Pintura al agua constituida por silicatos de sosa o potasa con pigmentos minerales resistentes a la alcalinidad.

Pinturas de aspecto mate, acabado liso, coloración generalmente pulida, algo absorbentes, duras y con gran resistencia a la humedad, a la intemperie y a la alcalinidad propia del cemento.

j) Pintura blanca al óleo con Albayalde:

Pintura de este color, de secado al aire, y pigmentadas con albayalde, que resultan adecuadas para conseguir la imprimación, repintado o acabado de las superficies de hormigón, materiales pétreos y maderas.

Presenta un aspecto uniforme, con marcas de brocha poco acentuadas, y el brillo característico de las pinturas al aceite.

k) Pintura roja al esmalte sintético:

Pintura de este color, de secado al aire, adecuadas para ser empleadas sobre las superficies de hormigón, materiales pétreos y maderas, previamente preparada e imprimadas, a las que proporcionan un acabado brillante.

### 3.31. MEDICIÓN Y ABONO DE TUBERÍAS Y PIEZAS ACCESORIAS

La medición de las tuberías se efectuará directamente sobre las mismas, no descontando nada por el espacio ocupado por llaves de paso y demás accesorios. La línea que se medirá será la del eje y se expresará en metros lineales.

En el precio que se consigna al metro lineal de tubería, quedan comprendidos el coste de adquisición, carga, transporte, descarga, colocación, montaje y pruebas a realizar. También se incluye todos los elementos de las uniones y juntas.

Las piezas accesorias se medirán y se abonarán por unidades realmente instaladas en obra

Las acometidas se medirán y abonarán por unidades realmente ejecutadas.





### 3.32. CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Los conductores a emplear, serán de cobre electrolítico de resistividad  $0,018 \Omega \times \text{mm}^2 / \text{m}$  con un aislamiento de doble capa aislante siendo como mínimo para instalaciones empotradas bajo tubo de 740 V de tensión nominal.

Para su dimensionamiento, se ha tenido en cuenta una caída de tensión de 5 y 3% para fuerza motriz y alumbrado, respectivamente, así como una temperatura ambiente inferior a 40 grados C. siendo sus secciones, las calculadas en el apartado correspondiente a cálculos justificativos.

### 3.33. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Su sección dependerá de la que tengan los conductores de la fase de alimentación a la que corresponda el sistema de tierra. La relación será:

Sección – fase ( $\text{mm}^2$ )	Sección mínima de los Conductores de protección
$S < 16$	S
$16 < S < 35$	16
$S < 35$	S/2

No se intercalará en el circuito de tierra seccionadores, fusibles o interruptores, sólo se permite disponer un dispositivo de corte de los puntos de puesta a tierra, para que se pueda medir la Resistencia de la Toma de Tierra.

### 3.34. BÁCULOS Y COLUMNAS

Cuando sean de chapa de acero, éste será del tipo A-37B, según Norma UNE 36-080-73 y de la forma y dimensiones que se describen en los planos.

Deberán entregarse galvanizados en caliente de acuerdo con el Real Decreto 2.531/1.985, de 18 de Septiembre, no presentarán en su superficie discontinuidades, imperfecciones, manchas, bultos ó ampollas. También cumplirán el Real Decreto 2.642/1.985 de 18 de Diciembre por el que se declaran de obligado cumplimiento sus especificaciones técnicas y su homologación por el Ministerio de Industria. A tal fin todos estos elementos deberán poderse identificar en sitio visible por troquelado del distintivo de la marca, de conformidad de la producción y su número de identificación.

Cuando se especifique el diámetro en punta para las columnas, se entiende que éstas deberán tener una conicidad uniforme y alcanzar el diámetro especificado sin el empleo de casquillos, ampliaciones u otro sistema que altere la conicidad. Cuando se empleen columnas ornamentales construidas en fundición de acero o aluminio, deberán cumplirse estrictamente las especificaciones de material y



peso mínimo; a menos que se exprese lo contrario, las columnas estarán formadas por dos tramos rectos, empalmables (los eventuales brazos constituirán piezas separadas); el encastre o unión entre ambas tramos deberá tener un grado de ajuste que impida que entre ambas partes se puedan producir oscilaciones apreciables aún en el caso de que los tornillos de fijación entre ambos queden eventualmente flojos. Los citados tornillos deberán quedar embutidos o rasantes a la superficie una vez apretados.

Sea cual sea su forma y material de construcción, dispondrán en la base o a una altura de dos metros cincuenta centímetros de la base, de una puerta de registro de dimensiones suficientes para el paso y alojamiento de los accesorios de las lámparas, situada a una altura mínima de 250 cm del suelo. Irán provistas de cerraduras o dispositivos de cierre por tornillo de cabeza Allen de acero inoxidable. Resistirán sin deformación un peso de 50 Kgs., suspendido en el punto de soporte de la luminaria a cada uno le corresponda.

### **3.35. OTROS SOPORTES Y HERRAJES**

En general, estos elementos estarán contruidos en materiales resistentes a la corrosión o debidamente protegidos contra ella, por medios tales como el galvanizado en caliente, cadmiado u otro procedimiento de eficacia igual ó superior.

Cuando se emplee el galvanizado en caliente como medio de protección, éste deberá cumplir las prescripciones del Real Decreto 2.531/ 1.985 de 18 de Diciembre, por el que se declara de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos, piezas y artículos diversos contruidos o fabricados con acero u otros materiales férreos, y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.

### **3.36. LUMINARIAS**

Se realizará de acuerdo a los planos y según las características de la zona.

### **3.37. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES**

A fin de que los conductores de la instalación no se confundan y queden identificados en todo momento, de acuerdo con la MIE BT 023, se utilizará el siguiente código:

Conductor de fase    Marrón, negro o gris

Conductor de neutro    azul

Conductor de protección    amarillo y verde



### 3.38. TUBOS DE PROTECCIÓN

Se emplearán tubos rígidos de plástico en todas las instalaciones de superficie, derivaciones individuales (o de dureza 7 en éstas) y suelos de forjado para alimentación de puntos o mecanismos desde planta superior. El interior de los tubos de plástico, estará totalmente pulido y se mandrinarán sus extremos, de forma que al tender los cables, no puedan sufrir deterioro en su aislamiento. Las roscas de los tubos, se harán cuidadosamente y los radios de curvatura del diámetro del tubo exigido en las Normas V.D.E. cuando el tubo rígido cruce una junta de dilatación, capaces de absorber dichas dilataciones.

Se emplearán tubos flexibles articulados, para instalaciones empotradas. En éstos, no se admitirán empalmes, siendo su instalación de caja a caja. Las dimensiones de las rozas, serán suficientes para que los tubos sean recubiertos con una capa como mínimo de 1 cm. del revestimiento de las paredes o techos. Si la instalación de este tubo flexible, se hace por el suelo del forjado para alimentación de la planta inferior o de la misma planta, se deberá proteger con yeso, toda la tubería para que esté protegida a todas las presiones externas motivadas por golpes, pisados, etc.

Todo el material auxiliar codos, manguitos de empalme y derivaciones, etc., que se empleen en éstas instalaciones de tubo rígido, tendrán las mismas características exigidas para los tubos. Las roscas, estarán perfectamente terminadas y la unión, se hará sin emplear estopa, sino sellante adecuado, asegurándose la total estanqueidad de toda la instalación.

Siempre se dispondrá de fijaciones a cada lado de los cambios de dirección y de las uniones y de las proximidades de las entradas en cajas o apartados.

Los tubos, se colocarán si no se especifica lo contrario, paralelos o perpendiculares a las líneas de la construcción no permitiéndose desviaciones del eje del tubo, con respecto a la línea que une los puntos extremos, superiores al 2 por 1.000.

Tanto en los casos de tubos superficiales como empotrados, la instalación se efectuará de tal manera que permitirá sacar los cables y sustituirlos, sin afectar a la señalización indicando los circuitos que conducen.

### 3.39. CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES INTERIORES

Las cajas para instalaciones de superficie de ambientes corrosivos, serán plastificadas en PVC fundido, siendo ésta de un aislamiento eléctrico en toda la superficie.

Estas cajas, tendrán un cierre hermético estando sus dimensiones de acuerdo con el tipo de conductores que se emplee.



Estarán provistas de múltiples entradas troqueladas ciegas y en algunos tamaños concéntricos, para disponer en la misma entrada agujeros de diferentes diámetros.

La fijación de éste tipo de caja, se realiza mediante arandelas de nylon en tornillos o clavos para evitar la corrosión.

Las conexiones, se harán en dichas cajas sobre bornas, no podrán conectarse más de tres hilos en cada borna. Estas bornas, irán numeradas y estarán sólidamente fijadas, de acuerdo con lo que se especifique en los demás documentos del Proyecto.

### 3.40. APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

#### 3.40.1. CUADROS GENERALES DE DISTRIBUCIÓN

Todos los cuadros generales de distribución que se suministren para el proyecto, cumplirán las condiciones que a continuación se indican:

##### **3.40.1.1. Construcción**

Estarán contruidos con chapas plegadas de acero y perfiles laminados en frío de 2 mm de espesor mínimo, no prestando rugosidades ni defectos que pudieran alterar la estética de los mismos.

La carpintería metálica se tratará con tres manos de pintura antioxidante, siendo el acabado final con pintura al horno del color.

Cada cuadro estará formado por un número determinado de paneles cerrados por techo, laterales y fondo, teniendo accesibilidad a los mismos por el frente anterior, mediante puertas equipadas con bisagras y cerraduras accionables por llave.

Las puertas de acceso al interior de los compartimentos, llevarán dispuestas juntas de goma esponjosas para evitar la entrada de polvo.

Los cuadros estarán sobredimensionados con un 20% aproximadamente de amplitud, para prever futuras ampliaciones.

##### **3.40.1.2. Disposición de aparatos**

La distribución de aparatos dentro del cuadro será la adecuada para permitir una fácil reparación o revisión.

Los aparatos que correspondan a la instalación de un mismo servicio, se agruparán en uno o varios paneles, quedando el cuadro codificado en correspondencia con los servicios a instalar.

En el frente de los paneles habrá un esquema sinóptico con barras de aluminio anodizado y letreros identificadores grabados sobre placas de plástico. La identificación se hará por el número de circuitos y con la descripción abreviada de la carga que atiende.



Los aparatos de medida se situarán en la parte superior del frente anterior.

#### **3.40.1.3. Embarrado**

Serán de cobre electrolítico, de dimensiones normalizadas, totalmente estancas y pintadas de esmalte sintético en los colores clásicos del Código Internacional para B.T.

El calibre será el adecuado a las tensiones nominales e intensidad de cortocircuito, sin calentarse más de 25 °C, sobre una temperatura ambiente de 40 °C. en el interior del cuadro.

La sustentación de los juegos de barras, se harán mediante portabarras de Permali o Esteatica estando calculado el conjunto para resistir esfuerzos dinámicos de cortocircuito de los valores indicados en los planos correspondientes.

Toda la tornillería a emplear tanto en empalmes como en derivaciones será de latón con rosca normal, doble tuerca y arandela del mismo material y arandela grower en cada conjunto.

#### **3.40.1.4. Cableado y conexionado**

Las derivaciones entre los juegos de barras generales y equipos, deberán hacerse con pletinas de cobre, del calibre adecuado al equipo que suministren, con una sección calculada en función del calentamiento y resistencia mecánica y como mínimo para 2,5 A/mm<sup>2</sup>.

Cuando la carga sea inferior en un 40% de la intensidad admisible por las pletinas más pequeñas de fabricación normalizada, se utilizarán conductores de cobre con doble capa de aislamiento PVC, con terminales de presión montados en sus extremos. La sección mínima de los conductores será de 2,5 mm<sup>2</sup>.

Las conexiones para telemandos, control, señalización y medida, se hará debidamente cableados, utilizando conductores de un mismo color para cada uno de los servicios anteriormente indicados, facilitando de esta forma su identidad.

En la parte anterior y a todo lo largo del cuadro se montará una pletina de corte de 30 x 3 mm. de sección mínima unida a al red de tierras, y a la que se llevará conexiones de todas las carcasas, chasis y cualquier otra pieza metálica del equipo del cuadro que normalmente no deba estar en tensión.

#### **3.40.1.5. Aparamenta**

Los materiales a instalar en los cuadros, serán de fabricantes con reconocida garantía técnica.





### **3.40.2. APARATOS DE PROTECCIÓN**

#### **3.40.2.1. Interruptores automáticos - cuadros principales**

Se utilizarán para la protección de líneas generales cumplimentando las características siguientes:

- Tensión nominal máxima de servicio 550 V.
- Tensión de prueba 50 Hz. - 1 : 3 kV.
- Poder de corte a 380 V, 20 kA. ef.
- Intensidad nominal: será variable según los casos y según el tipo de disyuntor que se ofrezca por su variable al calibre mínimo de unos fabricantes a otros para conseguir los poderes de corte necesario. En cualquier caso, se tomará de referencia el indicado en los planos.
- Mando manual de cierre brusco por palanca TUMBLER, frontal, reenganche impedido en caso de disparo automático, e indicador de las posiciones de "abierto o cerrado".

Su constitución de gran robustez, permitirá fácil montaje, estando previstos para montaje tras cuadro. Las bornas como todos los órganos auxiliares de señal y protección serán fácilmente accesibles para proceder a sus conexiones y revisiones.

Los apagachispas tendrán un aislamiento especial para evitar la propagación del arco entre fases.

Los contactos serán de cobre plateado que garantice un contacto lineal de resistencia, no alterándose por oxidación o ensuciamiento.

Todos los interruptores automáticos estarán provistos de tres relés de sobreintensidad, de disparo fijo diferido, regulables; tanto en intensidad como en tiempo, y otros tres relés magnetotérmicos de disparo instantáneo regulables en intensidad solamente. Serán relés directos actuando mecánicamente sobre el disparo, sin acudir a bornas de mando a distancia; con señalización de disparo por actuación de relés.

A efectos de unificar repuestos y esquemas de cableado, dispositivos, etc. todos los interruptores procederán de un mismo fabricante.

Los disyuntores utilizados para protección del secundario de los transformadores de potencia, dispondrán de una bobina de disparo enclavada con el interruptor correspondiente, a fin de que dispare el disyuntor una vez se haya cortado la alimentación.

Para los circuitos de distribución se utilizarán interruptores automáticos de los mismos fabricantes de los utilizados en las líneas generales y con las características técnicas siguientes:

- Tensión nominal máxima 450 V.
- Poder de corte 6 kA a 380 V.





### **3.40.2.2. Interruptores automáticos - cuadros secundarios**

Llevarán inscrito de forma indeleble, la marca y tipo de fabricante, así como su intensidad nominal.

El material base para la formación de los contactos, serán de alineación de plata de alta conductividad, estando sobredimensionados de forma que la fusión de los contactos, sea improbable.

Los resortes para conseguir la ruptura brusca en el disparo no serán elementos de conducción de corriente, debiendo ser metálicos y protegidos contra la corrosión.

Deberán poseer elementos bimetálicos compensado para variaciones de temperatura ambiente, debiendo ser el disparo independiente de la temperatura ambiente.

En interruptores automáticos para la protección de circuitos, la capacidad mínima de ruptura mínima, será de 6 kA a 380 V. con una impedancia asociada tal que el período comprendido entre la activación a sobrecarga estable y la ruptura, no sea superior a 5 m. cuando la intensidad sea 10 veces la nominal.

Estarán fijados por medio de perfiles o bornas enchufables. Cuando la intensidad de disparo, sea superior a 60 A. y vayan formando parte de un cuadro de distribución, no podrán estar soportados en la puerta, si no mediante perfiles soldados a la estructura del cuadro, con mando por embrague o tumbare o giratorio según casos.

### **3.40.2.3. Interruptores diferenciales**

Los interruptores diferenciales serán del tipo y denominación que se fijan en el Proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido.

Estos interruptores de protección, tienen como misión, proteger la vida de las personas, al evitar las corrientes de derivación a tierra que puedan ser peligrosas. Esta protección tiene que ser independiente de la protección magnetotérmica de circuitos y aparatos.

Reaccionarán con toda la intensidad de derivación a tierra que alcance el valor nominal de la corriente de defecto. Para ello es indiferente si la derivación a tierra o el defecto de aislamiento conduce o no solo protege contra tensiones de protección.

La capacidad de maniobra debe garantizar en caso de cortocircuito simultánea derivación a tierra o derivación a tierra, que se produzca una desconexión perfecta. Si diera señales de que su funcionamiento a través de sus contactos no ofrecieran diferencial totalmente nuevo.

Por él deben pasar todos los conductores que sirven de alimentación a los aparatos receptores, esto es, también neutro, pues si no, el interruptor desconectaría a la vez que se conectara un consumidor.



Para comprobar la eficacia de la conexión de protección, se debe hacer las siguientes maniobras.

- Conectar el interruptor de prueba. El interruptor debe dispararse.
- Comprobar que no se ha rebasado la resistencia a tierra máxima admisible.

Cuando el interruptor debe proteger la distribución metálica en la que está montado, entonces hay que proveer de aislamiento protector la parte de entrada del interruptor.

Se colocarán interruptores automáticos diferenciales, tanto para protección de las personas, como para posibles puestos accidentales a tierra o neutro.

Estos interruptores deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor, mecanismos, fusión y automatismo, exigidos a esta clase de material.

#### **3.40.2.4. Conductores y guardamotores**

Serán de marcas de reconocida solvencia técnica.

Su construcción debe estar realizada a base a bloques de baquelita de gran dureza.

Los contactos serán de cobre electrolítico, montados siguiendo el sistema de doble corte, con superficie y presión al cierre que evite el apagado del arco sin manifestación exterior posible.

Las bornas, tanto de los contactos principales como de los auxiliares, bobina, etc. irán descubiertas para simplificar su conexión.

Deberán admitir como mínimo una frecuencia de maniobra de 30 conexiones por hora.

Todos los contactores corresponderán a las exigencias de las normativas.

Los equipos guardamotores estarán constituidos por un contactor y tres relés térmicos regulables destinados a la protección contra sobrecorrientes, los cuales, deberán presentar una gran resistencia a los efectos de cortocircuito. Dispondrán de rearme e irán equipados con pastillas de contactos auxiliares serán de tipo recambiable.

### **3.41. PUESTA A TIERRA**

Tiene por objeto limitar las tensiones que en determinadas circunstancias puedan alcanzar respecto a tierra las partes metálicas (24 V en local conductor y 50 V en los demás casos), asegurar la protección y disminuir el riesgo producido por avería del material. Esta protección que nos ocupa comprende exclusivamente la B.T.

Se conectarán a tierra, las estructuras metálicas, armaduras de hierros, soportes de hormigón, instalaciones de fontanería, saneamiento y gas, aire acondicionado, calefacción, depósitos, calderas, guías de aparatos elevadores, antenas colectivas, y en general, todo elemento metálico.



Fuera de la construcción se pondrán a tierra obligatoriamente, aquellos elementos como postes, columnas de alumbrado, etc. que por fallo, pudieran quedar eventualmente bajo tensión.

Las instalaciones de puesta a tierra general, se harán ajustándose a la normativa vigente, constará de una conducción perimetral cerrada, enterrada no menos de 80 cm de cobre desnudo recocido de 35 mm<sup>2</sup> de sección nominal, con un máximo de 7 alambres. Su eficacia podrá ser aumentada haciendo pequeñas derivaciones perpendiculares al mismo. El anillo de puesta a tierra podrá extenderse por bajo de toda la edificación. Con el fin de asegurar la conductividad con tierra, se le conectará suficiente número de picas.

La unión de la malla a cada una de las estructuras metálicas de la armadura o soportes de hormigón, se efectuarán mediante cable idéntico al descrito por soldadura aluminotérmica, y siempre por encima de la solera.

Las líneas principales de tierra serán necesariamente de cobre, de una sección no menor de 16 mm<sup>2</sup>. Derivaciones y conductores de protección, se ajustarán estrictamente al epígrafe de "Conductores de Protección" de las MI BT.

La conexión de los diferentes dispositivos de puesta a tierra, será por medio de abrazaderas o elementos de conducción que garanticen una perfecta unión, teniendo en cuenta los posibles esfuerzos electrodinámicos que se puedan dar en caso de cortocircuito. El fallo de la Dirección Facultativa en este sentido será inapelable, prohibiéndose el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc.

El recorrido de los conductores será lo más corto posible y sin cambios de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos, y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua, en la que no podrán incluirse masas ni otros elementos. Las conexiones a este tipo de masas o elementos, se efectuarán por medio de derivaciones de esta línea de tierra. Se tomarán las precauciones precisas para evitar la corrosión electroquímica cuando las uniones sean entre materiales diferentes.

## 3.42. LÍNEAS ELÉCTRICAS

### 3.42.1. TENDIDO ELÉCTRICO TENSADO Y RETENCIONADO

En los tendidos con cables de aluminio deberán tenerse varios factores presentes:

1. Se tenderán siempre en bobina y utilizando poleas guías en todos los apoyos.
2. Es imprescindible el utilizar material apropiado, tanto para empalmes, como amarres, para evitar la formación de pares eléctricos.

Especial atención se prestará en evitar la formación instantánea de alúmina, cepillando la parte de cable a conexas, previamente impregnado de grasa neutra o vaselina.





3. Cuando sea necesario el realizar cruces con carreteras, ferrocarriles, líneas de baja tensión, etc., será imprescindible la colocación de postes de madera o columnas, siempre que no se hormigonen, para el paso de los conductores.

Se colocarán dos postes a cada lado de la carretera o línea y uno en su parte superior transversal.

Debe tenerse presente en colocarlos de forma que, aunque se afloje el conductor, éste no llegue nunca a tocar a la línea que se trata de cruzar.

4. Las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y anclaje, salvo indicación expresa del Director de Obra.
5. Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostramientos, para evitar las deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En particular en los apoyos de ángulo y anclaje.
6. La empresa instaladora será responsable de los deterioros que se produzcan por la no observación de estas prescripciones.

### **3.42.2. EMPALMES Y DERIVACIONES**

No se harán empalmes que hayan de quedar dentro de los tubos de protección o arquetas de registro.

Los empalmes habrán de hacerse coincidir en los puntos en que se hayan de hacer derivaciones.

Para derivar de la conducción de energía las acometidas a los puntos de luz se dispondrá la conducción con entrada y salida en el interior de la base de cada báculo. Se tomarán las derivaciones de los bornes dispuestos en la placa de conexión prevista. En el caso de tener que derivar una conducción secundaria, se realizará la derivación en la placa de conexión de la columna más próxima al punto de derivación.

### **3.42.3. CONDUCCIONES POR CABLES GRAPADOS SOBRE LAS PAREDES**

#### **3.42.3.1. Colocación de los cables**

Los cables se dispondrán de modo que se vean lo menos posible, aprovechándose para ello las posibilidades de ocultación que brinden las fachadas de los edificios.

En alineaciones rectas, la separación máxima entre dos puntos de fijación consecutivos será de 40 cm. Los cables se fijarán de una parte a otra de los cambios de dirección y en la proximidad inmediata de su entrada, en cajas de derivación o en otros dispositivos.

Para la fijación se emplearán grapas bien sujetas a las paredes. La naturaleza y forma de las grapas serán las apropiadas para que éstas no deterioren la cubierta del cable.



No se darán a los cables curvaturas excesivas, el radio interior de curvatura no será menor de 6 veces el diámetro exterior del cable.

### **3.42.3.2. Cruces con otras canalizaciones**

En los cruces con otras canalizaciones, eléctricas o no, se dejará una distancia de al menos 3 cm, entre los cables y esas canalizaciones o se dispondrá un aislamiento supletorio. Si el cruce se efectúa practicando un puente con el cable, los puntos de fijación inmediatos estarán lo suficientemente próximos entre sí para evitar que la distancia indicada pueda dejar de existir.

### **3.42.3.3. Empalmes y derivaciones**

Las derivaciones se efectuarán en cajas estancas de dimensiones adecuadas. Los empalmes se harán coincidir con alguna derivación.

### **3.42.4. ACOMETIDAS A LOS PUNTOS DE LUZ**

Los cables que unen la conducción de energía con los portalámparas de los puntos de luz, no sufrirán deterioro o aplastamiento en su paso por el interior de los brazos, columnas o báculos. La parte roscada de los portalámparas se conectarán al conductor que tenga menor tensión con respecto a tierra.

Los cortacircuitos fusibles que llevarán intercalados las acometidas, se colocarán en un cohete a la altura de la puerta registro, si se utilizan postes o báculos, o estancas sujetas a las paredes, en el caso de utilizar brazos murales.

La conexión de las acometidas a la conducción de energía se hará cuidando de repartir la carga entre las fases. Con objeto de facilitar esta labor y su comprobación posterior, deberán emplearse en toda la conducción los mismos colores para fases, neutro y tierras.



## 4. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS

En el presente capítulo se anexan las fichas técnicas de los equipos.

### 4.1. AGITADOR HORIZONTAL

<b>NOBRE DEL EQUIPO</b>		<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
<i>AGITADOR HORIZONTAL</i>		POTENCIA	7,5 kw
		INTENSIDAD	15,8 A
		TENSIÓN	V
<b>FABRICANTE</b>	<b>MODELO</b>	FACTOR POTENCIA	
CAPRARI	CMRY-7,5-4	FRECUENCIA	50 hz
<b>CÓDIGO DE LA INSTALACIÓN</b>		<b>CARACTERÍSTICAS EQUIPO</b>	
<u>COMPONENTES:</u>		Nº DE SERIE	
BOMBA	KCM150LA+011242N1	CAUDAL	2820 m3/h
EJECTOR CON DIFUSOR	AK 150/79	PRESIÓN	No procede
ESTRUCTURA	TSKI	ACEITE EMPLEADO	No procede
		GRASA EMPLEADA	No procede
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>	<b>FECHA PUESTA EN SERVICIO</b>	<b>ACCIONAMIENTO</b>	
<b>CONTRATO DE MANTENIMIENTO</b>		<b>REPUESTOS EN ALMACEN</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<p>Ud Agitador horizontal sumergible con reductor de construcción robusta con alta seguridad operacional y elevado rendimiento hidráulico por su diseño aerodinámico. Modelo CMRY 7,5-4-100 de 7,5 kW con su sistema de elevación y giro incluido . V= 1440 rpm, diámetro de la hélice 585 mm, 2 palas.</p>			



## 4.2. BOMBA VENTURI

NOBRE DEL EQUIPO		CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
<i>BOMBA VENTURI</i>		POTENCIA	11,2 kw
		INTENSIDAD	23,5 A
		TENSIÓN	V
		FACTOR POTENCIA	
		FRECUENCIA	hz
FABRICANTE	MODELO	CARACTERÍSTICAS EQUIPO	
CAPRARI	OXY 152/12, Serie OXY-FLOW	Nº DE SERIE	OXY-FLOW
<b>CÓDIGO DE LA INSTALACIÓN</b>		CAUDAL	13,9 l/s
COMPONENTES:		PRESIÓN	No procede
BOMBA	KCM150LA+011242N1	ACEITE EMPLEADO	No procede
EJECTOR CON DIFUSOR	AK 150/79	GRASA EMPLEADA	No procede
ESTRUCTURA	TSKI		
FECHA DE INSTALACIÓN	FECHA PUESTA EN SERVICIO	ACCIONAMIENTO	
CONTRATO DE MANTENIMIENTO		REPUESTOS EN ALMACEN	
DESCRIPCIÓN			
Ud. bomba de oxy-flow(ventury) KCM150LA+011242N1/P con su eyector AK150/79 y su base estabilizadora TSK15B/R.			



### 4.3. BOMBAS LIMPIEZA

NOBRE DEL EQUIPO		CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
<b>BOMBA ELECTROSUMERGIBLE</b>		POTENCIA	55 kw
		INTENSIDAD	113 A
		TENSIÓN	400 V
		FACTOR POTENCIA	0,88
		FRECUENCIA	50 Hz
FABRICANTE	MODELO		
FLYGT	NP 3301.180 LT		
CÓDIGO DE LA INSTALACIÓN		CARACTERÍSTICAS EQUIPO	
DESGLOSE:		Nº DE SERIE	3301.180-0288
ETAPA	LIMPIEZA DE COSTRA	CAUDAL	No procede
SUB.ETAPA		PRESIÓN ACEITE	No procede
CLASE EQUIPO	ELECTROBOMBA SUMERGIBLE	EMPLEADO GRASA	No procede
		EMPLEADA	No procede
FECHA DE INSTALACIÓN	FECHA PUESTA EN SERVICIO	ACCIONAMIENTO	
CONTRATO DE MANTENIMIENTO		REPUESTOS EN ALMACEN	
DESCRIPCIÓN			
<p>Ud. Bomba sumergida N3201.180-0288 (230 l/s-17 mca) Diámetro del impulsor 422 mm, tipo de impulsor N-autolimpiante, extraíble por guías. Motor M35-29-6AA de 55 kW/400VD, trifásico, 50 Hz. Velocidad 985 rpm, corriente nominal 113 A. Refrigeración a través de glicol en camisa cerrada que la faculta para trabajar con bajo nivel de agua o también como instalación en seco. Máxima temperatura del líquido 40 °C. Protección térmica mediante 3 sondas térmicas. Protección del motor IP68, aislamiento clase H, material del impulsor GG25 bordes endurecidos. Camisa de refrigeración en acero al carbono, material del eje AISI431. Estanqueidad mediante 2 juntas mecánicas autolubricadas por cárter de glicol que las faculta para trabajar en seco. Con cámara de inspección y detector FLS entre las juntas mecánicas y el rodamiento principal. Con ranura helicoidal alrededor de las juntas mecánicas para limpieza de pequeñas partículas abrasivas. se incluye 20 m de cable. Zócalo D= 300. Soporte superior TG 2x3", en material galvanizado, incluido anclajes.</p>			



#### 4.4. TRITURADORA

NOBRE DEL EQUIPO		CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
<i>UNIDAD DE TRITURACIÓN</i>		POTENCIA	3,7 KW
		INTENSIDAD	---
		TENSIÓN	400/III/50
FABRICANTE	MODELO	FACTOR POTENCIA	--
ALBOSA	CA215ACT7B2/HF	FRECUENCIA	--
CÓDIGO DE LA INSTALACIÓN		CARACTERÍSTICAS EQUIPO	
<u>DESGLOSE:</u>		Nº DE SERIE	
ETAPA	BOMBEO	CAUDAL	0-100 m3/h
SUB.ETAPA	ARQUETA DE ENTRADA	PRESIÓN	No procede
CLASE EQUIPO	UNIDAD DE TRITURACIÓN	ACEITE EMPLEADO	No procede
		GRASA EMPLEADA	No procede
FECHA DE INSTALACIÓN	FECHA PUESTA EN SERVICIO	ACCIONAMIENTO	
CONTRATO DE MANTENIMIENTO		REPUESTOS EN ALMACEN	
DESCRIPCIÓN			
<p>Ud de trituración marca Muncher para su utilización en aguas residuales urbanas, posicionada transversalmente a la dirección del caudal de agua con los siguientes parámetros de funcionamiento: Caudal Requerido: 1000 m3/h. Caudal Máximo Diseño: 1.300 m3/h. Calado Aguas Arriba Q requerido:1660 mm. Calado Aguas Abajo Q requerido: 660 mm. Perdida de Carga Q requerido: 1000 mmca.- El equipo triturador está formado por dos robustos ejes de forma hexagonal que incorporan una serie de cuchillas interpuestas mediante separadores, los ejes van apoyados en rodamientos a bolas y montan cierres mecánicos, para evitar el paso del agua a la unidad de accionamiento. - Materiales constructivos: el cuerpo formado por FD gris BS142, grado 220/260, las cuchillas de aleación de acero al cromo-molibdeno, los cierres mecánicos de carburo de tungsteno. - Accionamiento del equipo mediante motorreductor eléctrico embridado al equipo, de las siguientes características: Potencia: 3,7 Kw.Velocidad entrada:1.450 r.p.m. Velocidad salida:65/24 r.p.m. Protección:IP-55 OPCIONAL IP-68 Ex(x).Forma:V-1 Tensión: 400/III/50.-Equipo gobernado mediante un PLC montaje mural IP66, dispone de Display y teclado, salida analógica 4-20 mA, 1 relé alarma. Para el cálculo del caudal instantáneo y el volumen totalizado, de acuerdo a canal.</p>			



#### 4.5. BOMBA RESIDUALES 700 m3/h

NOBRE DEL EQUIPO		CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
<i>BOMBA PARA RESIDUALES</i>		POTENCIA	51 kW
		INTENSIDAD	103 A
		TENSIÓN	400 V
FABRICANTE	MODELO	FACTOR POTENCIA	---
CAPRARI	KCM250RA+051062N1	FRECUENCIA	50 Hz
CÓDIGO DE LA INSTALACIÓN		CARACTERÍSTICAS EQUIPO	
DESGLOSE:		Nº DE SERIE	
ETAPA		CAUDAL	
SUB.ETAPA		PRESIÓN	No procede
CLASE EQUIPO		ACEITE EMPLEADO	No procede
	ELECTROBOMBA SUMERGIBLE	GRASA EMPLEADA	No procede
FECHA DE INSTALACIÓN	FECHA PUESTA EN SERVICIO	ACCIONAMIENTO	
CONTRATO DE MANTENIMIENTO		REPUESTOS EN ALMACEN	
DESCRIPCIÓN			
Ud. Bomba sumergida KCM250RA+051062N1 (700 m3/h-21 mca) con camisa integral de refrigeración en acero inoxidable, 51 kW de potencia y paso de sólidos de 163 mm con base para acoplamiento automático tipo BAK300/250 3", para limpieza de costra en cántara de bombeo. Diámetro de la impulsión 300 mm.			



#### 4.6. COMPUERTA MURAL

<b>NOBRE DEL EQUIPO</b>		<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
<i>COMPUERTA MURAL</i>		POTENCIA INTENSIDAD TENSIÓN FACTOR POTENCIA FRECUENCIA	
<b>FABRICANTE</b>	<b>MODELO</b>		
BEGAMAR PLASTIC, S.L.	MURAL 160 X 300 cm		
<b>CÓDIGO DE LA INSTALACIÓN</b>		<b>CARACTERÍSTICAS EQUIPO</b>	
<u>DESGLOSE:</u>		Nº DE SERIE CAUDAL PRESIÓN ACEITE EMPLEADO GRASA EMPLEADA	
ETAPA	ARQUETA DE ENTRADA	No procede	No procede
SUB.ETAPA		No procede	No procede
CLASE EQUIPO	COMPUERTA MURAL MANUAL	No procede	No procede
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>	<b>FECHA PUESTA EN SERVICIO</b>	<b>ACCIONAMIENTO</b>	
<b>CONTRATO DE MANTENIMIENTO</b>		<b>REPUESTOS EN ALMACEN</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<p>Ud Compuerta mural para arqueta de colector de entrada de 1600x3000 mm con marco para atornillar a muro con geometría apropiada resuelto en AISI316, obturador en PE de 40 mm de espesor actuado por husillo, único diámetro 50 mm, prolongado y telescópico para ser manipulado desde la superficie mediante reductor manual a altura total 7500 mm, incluso soporte en el forjado. Mediad para el escote de entrada de la ataguía al habitáculo 1800 x 180 mm. Incluido montaje y desplazamiento.</p>			



#### 4.7. SENSOR DE NIVEL

<b>NOBRE DEL EQUIPO</b>		<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
<i>SENSOR DE NIVEL</i>		POTENCIA	0,37 kW
		INTENSIDAD	
		TENSIÓN	220/380 V
		FACTOR POTENCIA	
		FRECUENCIA	
<b>FABRICANTE</b>	<b>MODELO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS EQUIPO</b>	
ENDRESS+HAUSER	FMU43 15	Nº DE SERIE	
<b>CÓDIGO DE LA INSTALACIÓN</b>		CAUDAL	No procede
<u>DESGLOSE:</u>		PRESIÓN	No procede
ETAPA	CÁNTARA DE BOMBEO	ACEITE EMPLEADO	No procede
SUB.ETAPA		GRASA EMPLEADA	No procede
CLASE EQUIPO	MEDIDOR DE NIVEL ULTRASONIDOS		
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>	<b>FECHA PUESTA EN SERVICIO</b>	<b>ACCIONAMIENTO</b>	
<b>CONTRATO DE MANTENIMIENTO</b>		<b>REPUESTOS EN ALMACEN</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
Ud. medidor-sensor de nivel FMU43 15 mt 4H/DISP/HART, con soporte de acero inoxidable prosonic articulado, con 100 ml de cable.			



#### 4.8. LIMNÍMETRO

<b>NOBRE DEL EQUIPO</b>		<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
<i>LIMNÍMETRO</i>		POTENCIA	
		INTENSIDAD	4-20 mA
		TENSIÓN	
		FACTOR POTENCIA	
		FRECUENCIA	
<b>FABRICANTE</b>	<b>MODELO</b>		
VEGA	VEGAPULS		
<b>CÓDIGO DE LA INSTALACIÓN</b>		<b>CARACTERÍSTICAS EQUIPO</b>	
<u>DESGLOSE:</u>		Nº DE SERIE	
ETAPA	CÁNTARA DE BOMBEO	CAUDAL	No procede
SUB.ETAPA		PRESIÓN	No procede
CLASE EQUIPO	MEDIDOR DE NIVEL POR RADAR	ACEITE EMPLEADO	No procede
		GRASA EMPLEADA	No procede
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>	<b>FECHA PUESTA EN SERVICIO</b>	<b>ACCIONAMIENTO</b>	
<b>CONTRATO DE MANTENIMIENTO</b>		<b>REPUESTOS EN ALMACEN</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
Ud. Medidor de nivel por radar para líquidos marca Vega, modelo VEGAPULS WL61, para medición continua de nivel, con una altura máxima de 15 m; IP68, conexión 2 hilos, salida 4-20 mA. Se incluye soporte de acero inoxidable articulado.			



Excmo.  
Ayuntamiento de  
Cartagena



**Aquagest**  
Región de Murcia

#### 4.9. COMPUERTA MURAL HIDRÁULICA ELÉCTRICA

 Excmo. Ayuntamiento de Cartagena		 <b>Aquagest</b> Región de Murcia		EBAR SEVERO OCHOA <b>FICHA DE EQUIPO</b> <i>cod.: XGE</i>	
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>			<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>		
COMPUERTA MURAL HIDRÁULICA			POTENCIA		
			INTENSIDAD	4-20 mA	
			TENSIÓN		
			FACTOR POTENCIA		
			FRECUENCIA		
<b>FABRICANTE</b>			<b>MODELO</b>		
PROCESOS AUTOMECAINIZADOS			PAM CM3/H		
<b>CÓDIGO DE LA INSTALACIÓN</b>					
<b>DESGLOSE:</b>					
ETAPA	CÁNTARA DE BOMBEO				
SUB.ETAPA					
CLASE EQUIPO	MEDIDOR DE NIVEL POR RADAR				
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>			<b>FECHA PUESTA EN SERVICIO</b>		
<b>CONTRATO DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>					
Ud Compuerta mural hidráulica: - MODELO: PAM CM3/H. O SIMILAR - ANCHO CANAL: 800 mm. - ALTURA CANAL: 800 mm. - DIMENSIONES TABLERO: 850x850 mm. - ACCIONAMIENTO: Hidráulica. - NUMERO DE CILINDROS: 2 UD. - TIPO DE ANCLAJE: Tacar acero para harmigón. - ESTANQUEIDAD: 3 ledar perfil EPDM (Farmanata murical). - ALTURA ACCIONAMIENTO: 1700 mm. - CARGA DE AGUA: 800 mm. - MATERIAL ESTANCO: EPDM. - MATERIAL TABLERO: Acero inoxidable aisi- 304. - MATERIAL MARCO GUIA: Acero inoxidable aisi-304. - MATERIAL CILINDROS: Acero al carbono tratamiento cromado. - TORNILLERIA: Acero inox calidad A4.					
<b>ACCIONAMIENTO</b>					
<b>REPUESTOS EN ALMACEN</b>					

Cartagena, Septiembre de 2012

D. Juan García Bermejo

Ing. De Caminos de Aquagest

D. José Padial Gallego

Ing. De Caminos del  
Ayuntamiento