

**DOCUMENTO N.º 3:**  
**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**



## INDICE

1	CAPITULO I: PRESCRIPCIONES GENERALES.....	1	1.23	OBRAS CUYA EJECUCIÓN NO ESTÁ TOTALMENTE DEFINIDA EN EL PROYECTO.....	11
1.1	OBJETO DEL PLIEGO .....	1	1.24	OBRAS QUE QUEDAN OCULTAS .....	11
1.2	DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS .....	1	1.25	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CASOS NO PREVISTOS EN ESTE PLIEGO .....	11
1.3	COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN ENTRE DOCUMENTOS .....	1	1.26	SEGURIDAD Y SALUD .....	11
1.4	NORMAS DE APLICACIÓN .....	1	1.27	MEDICIÓN Y ABONO .....	11
1.4.1	CONDICIONES GENERALES.....	1	1.28	CONDICIONES PARA FIJAR PRECIOS.....	11
1.4.2	IMPACTO AMBIENTAL.....	1	1.29	REVISIÓN DE PRECIOS .....	11
1.4.3	SEGURIDAD Y SALUD .....	1	1.30	OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS.....	12
1.4.4	DRENAJE.....	2	1.31	CONSTRUCCIONES AUXILIARES Y PROVISIONALES .....	12
1.4.5	CALIDAD .....	2	1.32	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS, RECEPCIÓN Y PLAZO DE GARANTIA .....	12
1.4.6	EXPROPIACIONES .....	2	1.33	OBLIGACIONES SOCIALES.....	13
1.4.7	REPOSICIÓN DE SERVICIOS .....	2	1.34	EXTINCIÓN DEL CONTRATO.....	13
1.4.8	CARRETERAS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	2	1.35	COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO E INICIO DE LAS OBRAS.....	13
1.4.9	TUBERÍAS Y CONDUCCIONES .....	3	1.36	GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN .....	13
1.4.10	AGUAS.....	3	1.37	ENSAYOS, CONTROL Y VIGILANCIA .....	13
1.4.11	CONDICIONES PARTICULARES .....	3	2	CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....	14
1.5	REPRESENTANTES DE LA PROPIEDAD Y DEL CONTRATISTA .....	6	2.1	SITUACIÓN Y ALCANCE DE LAS OBRAS DEL PROYECTO .....	14
1.6	PERSONAL DEL CONTRATISTA .....	6	2.2	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	14
1.7	ORDENES AL CONTRATISTA .....	6	2.3	ANTECEDENTES .....	15
1.8	CONTRADICCIONES, OMISIONES Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO .....	6	2.4	CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS PROYECTADAS.....	15
1.9	ALTERACIONES Y/O LIMITACIONES DEL PROGRAMA DE TRABAJO .....	6	2.4.1	DEFINICIÓN DE CAUDALES .....	15
1.10	PLAN DE AUTOCONTROL .....	7	2.4.2	CRITERIOS DE TRAZADO .....	15
1.11	PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	7	2.4.3	SECCIONES TIPO .....	16
1.12	SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS DURANTE SU EJECUCIÓN .....	7	2.4.4	ESPECIFICACIONES DE TUBERÍAS .....	18
1.13	MANTENIMIENTO DE SERVIDUMBRE Y SERVICIOS .....	8	2.4.5	TRAMOS EN HINCA.....	18
1.14	TERRENOS DISPONIBLES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS .....	8	2.4.6	ARQUETAS .....	19
1.15	ACCESO A LA OBRA.....	8	2.4.7	POZOS DE REGISTRO .....	20
1.16	ACOPIOS.....	8	3	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS .....	20
1.17	EQUIPOS, MAQUINARIAS Y MEDIOA AUX. A APORTAR POR EL CONTRATISTA .....	9	4	CAPITULO III: PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: MATERIALES.....	20
1.18	FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN .....	9	4.1	CONDICIONES TÉCNICAS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES .....	20
1.19	TRABAJOS A CARGO DEL CONTRATISTA .....	9	4.1.1	CONDICIONES GENERALES .....	20
1.20	SUBCONTRATOS .....	9	4.1.2	PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES.....	20
1.21	OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES .....	10	4.1.3	MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO .....	21
1.22	GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA .....	10	4.1.4	MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN ESTE PLIEGO .....	21
			4.1.5	MATERIALES Y OTROS ELEMENTOS QUE NO REÚNAN LAS CONDICIONES EXIGIDAS.....	21
			4.1.6	TRANSPORTE Y ACOPIOS.....	21

4.2	CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	21	4.12.1	NORMAS DEL PRODUCTO .....	33
4.2.1	PRESENTACIÓN PREVIA DE MUESTRAS .....	21	4.12.2	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	33
4.2.2	ENSAYOS.....	21	4.12.3	CONTROL DE CALIDAD .....	34
4.2.3	GASTOS DE LOS ENSAYOS.....	22	4.12.4	IDENTIFICACIÓN Y MARCADO.....	34
4.3	MATERIAL PARA LA FORMACIÓN DE LA CAMA DE ASIENTO DE LAS TUBERÍAS .....	22	4.12.5	MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE .....	34
4.3.1	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	22	4.13	RIEGOS DE IMPRIMACIÓN .....	34
4.3.2	CONTROL DE CALIDAD.....	22	4.14	MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE .....	35
4.4	RELLENO DE POZOS Y ZANJAS .....	22	4.15	TUBERÍAS DE FUNDICIÓN .....	35
4.5	TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS.....	23	4.15.1	NORMATIVA.....	35
4.6	ESCOLLERA DE PIEDRAS SUELTAS.....	23	4.15.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES .....	36
4.6.1	DEFINICION.....	23	4.15.3	CONTROL DE CALIDAD .....	38
4.6.2	MATERIALES .....	24	4.15.4	IDENTIFICACIÓN .....	38
4.6.3	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	25	4.16	TUBERIAS DE HORMIGÓN ARMADO.....	38
4.7	MORTEROS .....	25	4.16.1	DEFINICIONES .....	38
4.8	HORMIGÓN .....	25	4.16.2	NORMATIVA.....	39
4.8.1	NORMAS DEL PRODUCTO.....	25	4.16.3	CLASIFICACIÓN.....	39
4.8.2	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	25	4.16.4	JUNTAS.....	39
4.8.3	CONTROL DE CALIDAD.....	28	4.16.5	MARCADO .....	40
4.8.4	IDENTIFICACIÓN Y MARCADO .....	28	4.17	TUBERÍAS DE PVC.....	41
4.8.5	MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE .....	29	4.17.1	NORMAS DEL PRODUCTO .....	41
4.9	ACERO B-500S Y B-500T .....	29	4.17.2	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	41
4.9.1	MATERIALES .....	29	4.17.3	CONTROL DE CALIDAD .....	43
4.9.2	SUMINISTRO .....	30	4.17.4	IDENTIFICACIÓN Y MARCADO.....	43
4.9.3	ALMACENAMIENTO.....	30	4.18	TUBERÍAS CORRUGADAS DE PVC.....	43
4.9.4	RECEPCIÓN .....	30	4.18.1	NORMAS DEL PRODUCTO .....	43
4.9.5	PUESTA EN OBRA.....	30	4.18.2	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	43
4.10	MALLAS ELECTROSOLDADAS.....	31	4.18.3	CONTROL DE CALIDAD .....	44
4.10.1	MATERIALES .....	31	4.18.4	IDENTIFICACIÓN Y MARCADO.....	45
4.10.2	SUMINISTRO .....	32	4.19	TUBERÍAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.....	45
4.10.3	ALMACENAMIENTO.....	32	4.19.1	NORMAS DEL PRODUCTO .....	45
4.10.4	RECEPCIÓN .....	32	4.19.2	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	45
4.11	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PLANO .....	32	4.19.3	IDENTIFICACIÓN Y MARCADO.....	48
4.11.1	DEFINICIÓN Y MATERIALES .....	32	4.20	SEÑALIZACIONES DE CONDUCCIONES.....	48
4.11.2	EJECUCIÓN.....	32	4.20.1	OBJETIVO .....	48
4.11.3	ACABADOS.....	33	4.20.2	APLICACIÓN.....	48
4.12	ZAHORRAS .....	33	4.20.3	COLORES BÁSICOS Y COMPLEMENTARIOS .....	48

4.20.4	FORMA DE APLICACIÓN .....	49	4.28.2	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	55
4.20.5	SENTIDO DE CIRCULACIÓN .....	49	4.28.3	EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE .....	55
4.21	PIEZAS ESPECIALES METÁLICAS .....	49	4.29	ARQUETAS CONSTRUCCIÓN “IN SITU” .....	55
4.21.1	NORMAS DEL PRODUCTO .....	49	4.29.1	NORMAS DEL PRODUCTO .....	55
4.21.2	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	49	4.29.2	CARACTERÍSTICAS.....	56
4.22	UNIONES DE INSTALACIÓN .....	50	4.29.3	CONTROL DE CALIDAD .....	56
4.22.1	NORMAS DEL PRODUCTO .....	50	4.29.4	IDENTIFICACIÓN Y MARCADO .....	56
4.22.2	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	50	4.29.5	EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE .....	56
4.22.3	EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE .....	50	4.30	ARQUETAS PREFABRICADAS .....	56
4.23	VÁLVULAS DE COMPUERTA .....	50	4.30.1	NORMAS DEL PRODUCTO .....	56
4.23.1	NORMAS DEL PRODUCTO .....	50	4.30.2	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	56
4.23.2	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	50	4.30.3	EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE .....	57
4.23.3	CONTROL DE CALIDAD .....	51	4.31	POZOS DE REGISTRO .....	57
4.23.4	IDENTIFICACIÓN Y MARCADO.....	51	4.31.1	NORMAS DEL PRODUCTO .....	57
4.23.5	EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE .....	51	4.31.2	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	57
4.24	VÁLVULAS DE MARIPOSA .....	51	4.31.3	EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE .....	57
4.24.1	NORMAS DEL PRODUCTO .....	51	4.32	TAPAS DE ARQUETAS .....	58
4.24.2	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	51	4.32.1	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	58
4.24.3	CONTROL DE CALIDAD .....	52	4.33	MATERIALES ELÉCTRICOS.....	58
4.24.4	IDENTIFICACIÓN Y MARCADO.....	52	4.33.1	NORMATIVA.....	58
4.24.5	EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE .....	52	4.33.2	DEFINICION Y DESCRIPCIONES .....	58
4.25	VENTOSAS TRIFUNCIONALES .....	53	5.1	CONDICIONES GENERALES DE EQUIPO, MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES .....	73
4.25.1	NORMAS DEL PRODUCTO .....	53	5.2	REPLANTEO .....	73
4.25.2	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	53	5.3	MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	73
4.25.3	CONTROL DE CALIDAD .....	53	5.3.1	DESPEJE Y DESBROCE .....	73
4.25.4	IDENTIFICACIÓN Y MARCADO.....	53	5.3.2	VERTEDEROS Y ESCOMBRERAS .....	74
4.25.5	EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE .....	53	5.3.3	ACCESO A LAS OBRAS.....	74
4.26	CARRETE DE DESMONTAJE .....	53	5.3.4	PISTA PREVIA.....	74
4.26.1	NORMAS DEL PRODUCTO .....	54	5.3.5	EXCAVACIONES.....	75
4.26.2	CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	54	5.3.6	TERRAPLENES .....	77
4.26.3	EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE .....	54	5.3.7	COMPACTACIÓN .....	77
4.27	TORNILLERÍA .....	54	5.3.8	HINCADO DE TUBERÍAS .....	78
4.27.1	CONTROL DE CALIDAD .....	54	5.4	DEMOLICIONES .....	78
4.27.2	IDENTIFICACIÓN Y MARCADO.....	54	5.4.1	DEFINICIÓN .....	78
4.28	JUNTAS EPDM .....	55	5.4.2	ESTUDIO DE LA DEMOLICIÓN .....	78
4.28.1	NORMAS DEL PRODUCTO .....	55	5.4.3	PROCESO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	79

5.5	ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN.....	79	6.2	MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE LAS OBRAS.....	100
5.5.1	ESCARIFICACIÓN.....	79	6.3	MEDICIONES PARCIALES Y FINAL.....	100
5.5.2	COMPACTACIÓN.....	79	6.4	GASTOS DE REPLANTEO.....	100
5.5.3	ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL FIRME EXISTENTE.....	79	6.5	MEDICIONES Y ABONO DE TRABAJOS DE CAMPO.....	100
5.6	PROTECCIÓN DE TERRENO Y LOS TERRAPLENES.....	80	6.6	MEDICIONES Y ABONO DEL DESPEJE Y DESBROCE.....	100
5.7	CAMPAÑA COMPLEMENTARIA DE TRABAJOS DE CAMPO.....	80	6.7	MEDICIONES Y ABONO DE DEMOLICIONES.....	101
5.7.1	CALICATAS.....	80	6.8	MEDICIÓN Y ABONO DE EXCAVACIONES Y DESMONTES.....	101
5.8	INSTALACIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE PRESIÓN PARA TUBERÍAS.....	80	6.9	MEDICIÓN Y ABONO DE RELLENOS.....	101
5.8.1	CONDICIONES GENERALES DE MONTAJE.....	80	6.10	MEDICIÓN Y ABONO DE ZAHORRA.....	102
5.8.2	CARGA Y TRANSPORTE A OBRA.....	80	6.11	MEDICIÓN Y ABONO DE HORMIGONES.....	102
5.8.3	SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO.....	81	6.12	MEDICIÓN Y ABONO DE BARRAS DE ACERO B-500S Y B-500T.....	102
5.8.4	MANIPULACIÓN.....	82	6.13	MEDICIÓN Y ABONO DE ENCOFRADOS.....	102
5.8.5	COLOCACIÓN, MONTAJE E INSTALACIONES.....	83	6.14	MEDICIÓN Y ABONO ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL FIRME EXISTENTE.....	102
5.8.6	UNIONES DE TUBERÍAS.....	85	6.15	MEDICIÓN Y ABONO DE AGLOMERADOS.....	102
5.8.7	ANCLAJES DE PIEZAS ESPECIALES Y VÁLVULAS.....	88	6.16	MEDICIONES Y ABONO DE SEÑALIZACION DE CONDUCCIONES.....	102
5.8.8	PRUEBA DE LA TUBERÍA INSTALADA.....	89	6.17	MEDICIÓN Y ABONO DE TUBERÍAS HINCADAS.....	103
5.9	HINCA DE TUBERÍAS.....	91	6.18	MEDICIÓN Y ABONO DE TUBERÍAS A PRESIÓN.....	103
5.9.1	CAMPO DE APLICACIÓN.....	91	6.19	MEDICIÓN Y ABONO DE PIEZAS ESPECIALES DE CALDERERÍA.....	103
5.9.2	GENERALIDADES.....	91	6.20	MEDICIÓN Y ABONO DE ARQUETAS PREFABRICADAS Y POZOS DE REGISTRO.....	103
5.9.3	HINCA DE TUBERÍA DE HORMIGÓN.....	92	6.21	MEDICIÓN Y ABONO DE ACCESORIOS EN ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO.....	104
5.9.4	HINCA DE TUBERÍA METÁLICA POR PERCUSIÓN.....	94	6.22	MEDICIÓN Y ABONO DE VALVULERÍA Y PIEZAS ESPECIALES.....	104
5.10	ELEMENTOS DE VALVULERÍA.....	95	6.23	MEDICIÓN Y ABONO DE REPOSICIONES DE SERVICIOS AFECTADOS.....	104
5.10.1	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE ELEMENTOS DE VALVULERÍA.....	95	6.24	PRECIOS UNITARIOS.....	104
5.10.2	MANIPULACIÓN Y MONTAJE.....	95	6.25	MEDICIÓN Y ABONO DE PARTIDAS ALZADAS DE ABONO ÍNTEGRO.....	105
5.11	MECANISMOS EN ALIVIADERO.....	95	6.26	UNIDADES NO ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO.....	105
5.11.1	VÁLVULAS.....	95	6.27	MEDICIÓN Y ABONO DE PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR, DE TRABAJOS POR ADMINISTRACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	105
5.12	INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	96	6.28	OBRAS NO AUTORIZADAS Y OBRAS DEFECTUOSAS.....	105
5.12.1	NORMATIVA.....	96	6.29	MEDICIÓN Y ABONO DE ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD.....	106
5.12.2	INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	97	6.30	MEDICIÓN Y ABONO DE ACOPIOS.....	106
5.12.3	INSTALACIONES DE CONTROL.....	98	6.31	IMPACTO AMBIENTAL.....	106
5.12.4	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO PARA ALIVIADERO.....	99	6.32	ABONO DE OBRAS INCOMPLETAS.....	106
5.13	SISTEMAS DE VENTILACIÓN EN INSTALACIONES DE SANEAMIENTO.....	99	6.33	CERTIFICACIONES Y ABONOS A CUENTA.....	106
5.13.1	VENTILACIÓN NATURAL.....	99			
5.14	UNIDADES DE OBRA NO CONTEMPLADAS.....	100			
6	CAPITULO V: MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.....	100			
6.1	CONDICIONES GENERALES.....	100			

# 1 CAPITULO I: PRESCRIPCIONES GENERALES

## 1.1 OBJETO DEL PLIEGO

El presente Pliego se refiere a las obras definidas en el “COLECTOR DE AGUAS DEPURADAS DE LAS EDAR DE TORRE-PACHECO Y LOS ALCÁZARES HASTA LA EDAR DE SAN JAVIER (TT.MM VARIOS. MURCIA”. Comprende las condiciones que regularán la construcción de las obras, tanto desde el punto de vista técnico como administrativo y económico. El Pliego comprende las disposiciones de tipo administrativo o legal y las condiciones en relación a los materiales, a la ejecución de las obras y al procedimiento de medición y abono para las diferentes obras incluidas en el Proyecto.

## 1.2 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Las obras se definen en los documentos incluidos en el presente Proyecto que se compone de los siguientes documentos:

Documento nº1. Memoria y Anejos

Documento nº2. Planos

Documento nº3. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

Documento nº4. Presupuesto

En el documento nº4 están incluidos los Cuadros de Precios nº1 y 2

## 1.3 COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN ENTRE DOCUMENTOS

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los Planos del Proyecto, o viceversa, será ejecutado como si estuviese contenido en ambos documentos.

En caso de contradicción entre los Planos del Proyecto y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último.

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

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

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

En caso de discrepancia entre los precios de una unidad, los Cuadros de Precios prevalecerán sobre el Presupuesto.

## 1.4 NORMAS DE APLICACIÓN

### 1.4.1 CONDICIONES GENERALES

- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de Sector Público (BOE del 16 de noviembre de 2011). Texto consolidado el 28 de septiembre de 2013.
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
- Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro, de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto Legislativo 1098/01, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (BOE del 26 de octubre de 2001). El RD 817/2009, de 8 de mayo (BOE del 15 de mayo de 2009), deroga los artículos 79, 114 al 117 y los anexos VII, VIII y IX y modifica el artículo 179.1. Corrección de errores BOE del 19 de diciembre de 2001 y del 8 de febrero de 2002.
- Decreto 3854/70, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado (BOE del 16 de febrero de 1971).

### 1.4.2 IMPACTO AMBIENTAL

- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de Octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

### 1.4.3 SEGURIDAD Y SALUD

- Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. nº 269 de 10 de Noviembre de 1.995).
- Ley 54/03, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/04, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. BOE núm. 145, de 18 de junio.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de Mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1.997 de 17 de Enero, que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Orden de 27 de Junio de 1.997 (B.O.E. de 4 de Julio) por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1.997 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con las condiciones de acreditación de las entidades especializadas como servicios de prevención ajenos a las empresas, de autorización de las personas o entidades especializadas que pretendan desarrollar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas y de autorización de las entidades públicas o privadas para desarrollar y certificar actividades formativas en materia de prevención de riesgos laborales.
- R.D. 780/1.998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 485/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo. BOE de 23 de Abril.
- Real Decreto 486/1.997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y en los lugares de trabajo. BOE de 23 de Abril.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. BOE de 23 de Abril.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de Mayo sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual y corrección de erratas.
- Real Decreto 1215/1.997 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. 2.177/2.004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 1.215/1.997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 614/2.001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la Salud y Seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Reglamento de aparatos elevadores para obras (O.M. 23- 5-77). (B.O.E. 14-6-77).
- Ley 10/1998, de 21 de Abril, de Residuos.
- Reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera (Real Decreto 863/85, 2-4-85) (B.O.E.
- R.D. 1.311/2.005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

- OM de 16 de diciembre de 1987 por la que se establecen modelos para notificación de accidentes y dicta instrucciones para su cumplimiento y tramitación. BOE núm. 311 de 29 de diciembre.

#### 1.4.4 DRENAJE

- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC sobre drenaje superficial (BOE del 10 de marzo de 2016)
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua.

#### 1.4.5 CALIDAD

- Nota de Servicio, de 20 de diciembre de 2003, sobre emisión de certificado de buena ejecución de obras.
- Nota interior de 24 de febrero de 2004, sobre obligatoriedad del cumplimiento de la normativa europea en productos de construcción.

#### 1.4.6 EXPROPIACIONES

- Ley, de 16 de diciembre de 1954, de Expropiación Forzosa (B.O.E. 17/12/54) y sus posteriores modificaciones.
- Decreto, de 26 de abril de 1957, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa (B.O.E. 20/6/57) y sus posteriores modificaciones.
- Ley 38/99, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (B.O.E. 6/11/99), que modifica a la Ley de Expropiación Forzosa en los artículos 54 y 55.
- Real Decreto 1492/2011, de 24 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de valoraciones de la Ley de Suelo.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.

#### 1.4.7 REPOSICIÓN DE SERVICIOS

- Órdenes Circulares, de 7 de marzo de 1994 y de 4 de noviembre de 1996, sobre modificación de servicios en los proyectos de obras.

#### 1.4.8 CARRETERAS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales (PG-3) en su 4ª edición, actualizada a 6 de abril de 2.004, para la ejecución de las obras incluidas en el presente proyecto. La citada edición recoge todos los artículos del PG-3 de acuerdo con todas las modificaciones realizadas desde su primera edición por las órdenes ministeriales y circulares publicadas hasta la fecha.
- Ley de Carreteras 25/1988 de 29 de Julio y modificaciones posteriores.
- (BOE 29/4/99); Real Decreto 114/01, de 9 de febrero (BOE 21/2/01) y Resolución de 12 de diciembre de 2001 de la subsecretaría por la que se da publicidad a la conversión en



euros de las cuantías exigibles por los procedimientos sancionadores tramitados por el Ministerio de Fomento y sus organismos y entidades dependientes (BOE 31/12/2001)

- Instrucción 5.2-IC "Drenaje Superficial"
- Instrucción 5.1-IC "Drenaje" (21/6/65 parcialmente derogada)
- Nota informativa sobre capas de firmes (4/4/91)
- Nota Informativa sobre pequeñas obras de drenaje transversal (26/10/90)
- Instrucción 7.1-IC "Plantaciones en la zona de servidumbre"
- Relación de Normas UNE
- Instrucción 6.1 y 2-IC "Secciones de firme" (23-5-89)
- Instrucción 8.3\_IC "Señalización de obra" (31-8-87)
- Orden Circular 15/03 sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras. Remates de obras.
- Orden Circular 301/89 T sobre señalización de obras
- Normas de Ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo (NLT).

#### 1.4.9 TUBERÍAS Y CONDUCCIONES

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua. Aprobado por Orden Ministerial de 28 de Julio de 1.974. BOE 02/03-10-74.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones, según Orden de 15 de septiembre de 1986.
- Pliego General de fabricación, transporte y montaje de tuberías de hormigón de la Asociación Técnica de Derivados del Cemento.
- Plásticos. Tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio PRN 53-323.

#### 1.4.10 AGUAS

- Métodos normalizados para el examen del agua y aguas residuales, publicados por la American Public Health Association, American Water Works Association y Water Pollution Control Federation.

#### 1.4.11 CONDICIONES PARTICULARES

En aquellas cuestiones que no se hallen explícitamente reguladas en el presente Pliego de Condiciones, serán de aplicación aquellas prescripciones aplicables al tipo de obra de que se trate contenidas en:

- Pliego de Licitación que se establezca para la contratación de estas obras.
- UNE-EN 805:2000 Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.
- Norma API-5L: 2000 Specification for line pipes.
- AWWA M11, Steel pipe. A guide for design and installation.
- UNE-EN-10224:2003 Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano.
- UNE-EN 10020:2001 Definición y clasificación de los tipos de acero.

- UNE-EN 10025-1:2006 y UNE-EN 10025-2:2006 Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Condiciones técnicas de suministro.
- Norma ISO-4200:1991 Plain and steel tubes, welded and seamless; general tables of dimensions and masses per unit length.
- Norma ISO-559:1991 Steel tubes for water and sewage.
- Norma ISO-9691-1:2003 Soldeo y procesos afines. Recomendaciones para la preparación de uniones. Parte 1: Soldeo por arco con electrodos revestidos, Soldeo por arco protegido con gas y electrodo de aporte, Soldeo por llama, Soldeo por arco con gas inerte y electrodo de wolframio y Soldeo por haz de alta energía de aceros.
- Norma UNE 14612:1980 Práctica recomendada para el examen de las uniones soldadas mediante la utilización de líquidos penetrantes.
- Norma UNE 14618:2000 Inspectores de soldadura. Cualificación y certificación.
- Norma UNE-EN 10204: 2006, Productos metálicos. Tipos de documentación de inspección.
- UNE-EN ISO 15607:2004 y 15609-1:2005. Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos.
- UNE EN 439:1995 Productos de aportación para el soldeo. Gases de protección para el soldeo y para el corte con arco eléctrico.
- UNE EN 440:1995 Productos de aportación para el soldeo. Alambres y depósitos para el soldeo por arco con protección gaseosa de aceros no aleados y aceros de grano fino. Clasificación.
- UNE EN 449:2003 Productos de aportación para el soldeo. Electrodos revestidos para el soldeo por arco de aceros no aleados y aceros de grano fino. Clasificación.
- UNE EN 473:2001 Cualificación y certificación del personal que realiza ensayos no destructivos.
- UNE EN 571-1: 1997 Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales.
- UNE EN ISO 14731:2008 Coordinación del soldeo. Tareas y responsabilidades.
- UNE EN ISO 3834-1:2006 Requisitos de la calidad para el soldeo. Soldeo por fusión de materiales metálicos. Parte 1: Directrices para su selección y utilización.
- UNE EN ISO 3834-2:2006 Requisitos de la calidad para el soldeo. Soldeo por fusión de materiales metálicos. Parte 2: Requisitos de calidad completos.
- UNE EN 757:1997 Consumibles para el soldeo. Electrodos revestidos para el soldeo manual por arco de aceros de alta resistencia. Clasificación.
- UNE EN 758:1997 Consumibles para el soldeo. Alambres tubulares para el soldeo por arco con o sin gas de protección de aceros no aleados y aceros de grano fino. Clasificación.
- UNE EN 970:1997 Examen no destructivo de soldaduras por fusión. Examen visual.
- UNE EN 1418:1998 Personal de soldadura. Ensayos de cualificación de los operadores de soldeo para el soldeo por fusión y de los ajustadores de soldeo por resistencia para el soldeo automático y totalmente mecanizado de materiales metálicos.
- UNE EN 1435:1998/1M: 2002 Examen no destructivo de soldaduras. Examen radiográfico de uniones soldadas.

- UNE EN 1668:1998 Consumibles para el soldeo. Varillas alambres de aportación y depósitos para el soldeo bajo atmósfera inerte con electrodo de wolframio de aceros no aleados y aceros de grano fino. Clasificación.
- UNE EN 1713:1998/1M: 2002 Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Ensayo ultrasónico. Caracterización de las indicaciones en las uniones soldadas.
- UNE EN 1714:1998/1M: 2002 Ensayo no destructivo de soldaduras. Ensayo ultrasónico de uniones soldadas.
- UNE EN 10224:2003 Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.
- UNE EN 12062:1997/1M: 2002 Ensayo no destructivo de soldaduras. Reglas generales para los materiales metálicos.
- UNE EN ISO 16834:2008 Consumibles para el soldeo. Electrodo de alambre, alambres, varillas y depósitos para el soldeo por arco de metal con protección gaseosa de aceros de alta resistencia. Clasificación.
- UNE EN ISO 18276:2007 Consumibles para el soldeo. Alambres tubulares para el soldeo por arco con protección gaseosa de aceros de alta resistencia. Clasificación.
- ISO-559:1991 Tubos de acero para agua y saneamiento ISO-4200.
- UNE EN ISO 5817:2004, Uniones soldadas por arco de aceros. Guía sobre los niveles de calidad en función de las imperfecciones.
- UNE EN ISO 9001:2000, Sistemas de Gestión de Calidad. Requisitos.
- UNE EN ISO 13916:1996, Soldeo. Guía para la medida de temperaturas de precalentamiento, entre pasadas y de mantenimiento del precalentamiento.
- AWWA C210-97 Liquid epoxy coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines.
- UNE-EN 10290:2003 Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos de poliuretano modificado aplicados en estado líquido.
- UNE-EN ISO 8501-1:2002 Preparación de los sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados.
- UNE-EN 12954:2002 Protección Catódica de estructuras metálicas enterradas o sumergidas. Principios generales y aplicación para tuberías.
- NACE TMO 186-94 Método para la detección de poros en revestimientos "tubular" de 250 a 750 micras.
- NACE RP0188-99 Método estándar para la detección de poros en una superficie conductiva protegida con un revestimiento.
- SSPC-PA2 Método para la medición del espesor de una película seca con un medidor electromagnético.
- SSPC-SP1 Limpieza con disolventes.
- UNE EN 10290:2003 Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas. Recubrimientos externos de poliuretano o poliuretano modificado aplicados en estado líquido.
- UNE-EN ISO 2409:2007 Ensayo de corte por enrejado.
- UNE-EN ISO 2808:2007 Determinación del espesor de película húmeda.
- UNE-EN ISO 4624:2003 Ensayo de adherencia por tracción.
- UNE-EN ISO 8502-3:2000 Determinación de polvo para las superficies preparadas antes de ser revestidas.

- UNE-EN ISO 8502-6:2001 Determinación de impurezas solubles en superficies que se deben pintar.
- UNE-EN ISO 8502-9:2000 Determinación de sales solubles en agua.
- UNE-EN ISO 8503-2:1996 Características de rugosidad del acero chorreado.
- UNE-EN ISO 8504-1/2/3: 2002 Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas.
- UNE 48274:2003 Pintura de poliuretano alifático de acabado brillante de dos componentes.
- Manual de corrosión y protección de tuberías (AEAS, 2001).
- UNE-EN 1295:1998-1, Cálculo de la resistencia mecánica de tuberías enterradas bajo diferentes condiciones de carga. Parte 1. Requisitos generales.
- UNE-EN 736-1:1996, Válvulas. Terminología.
- UNE-EN 1074:2001, Valvulería para abastecimiento de agua. Prescripciones de aptitud al empleo y ensayos de verificaciones aplicables.
- UNE-EN 545:2007, Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.
- UNE-EN 1092-1:2008 Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bidas de acero.
- UNE-EN 1092-2:1998 Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 2: Bidas de fundición.
- UNE-EN 1092-3:2004 Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 3: Bidas de aleación de cobre.
- UNE-EN 1092-3:2004/AC: 2004 Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 3: Bidas de aleación de cobre.
- UNE-EN 1092-4:2002 Bidas y sus uniones. Bidas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 4: Bidas de aleaciones de aluminio.
- UNE-EN 681-1:1996 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.
- UNE-EN 681-1:/A1:1999 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.
- UNE-EN 681-1:/A2:2002 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.
- UNE-EN 681-1:/AC: 2002 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.
- UNE-EN 681-2:2001 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 2: elastómeros Termoplásticos.

- UNE-EN 681-2/A1:2002 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 2: elastómeros Termoplásticos.
- UNE-EN 681-3:2001 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 3: Materiales celulares de caucho vulcanizado.
- UNE-EN 681-3:2001/A1:2002 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 3: Materiales celulares de caucho vulcanizado.
- UNE-EN 681-4:2001 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 4: Elementos de estanquidad de poliuretano moldeado.
- UNE-EN 681-4:2001/A1:2002 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 4: Elementos de estanquidad de poliuretano moldeado.
- UNE-EN 1610:1998 "Instalación y pruebas de acometidas y redes de saneamiento"
- UNE 127916:2004 Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, de hormigón armado y hormigón con fibra de vidrio
- UNE-EN 1916:2003/AC: 2005 Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, de hormigón armado y hormigón con fibra de vidrio
- UNE-EN 1916:2003 Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, de hormigón armado y hormigón con fibra de vidrio
- UNE-EN 12201-1:2003 "Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE)". Conducciones con presión. Parte 1
- UNE-EN 12201-2:2003 "Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE)". Conducciones con presión. Parte 2
- UNE-EN 12201-3:2003 "Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE)". Conducciones con presión. Parte 3
- UNE-EN 12201-4:2002 "Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE)". Conducciones con presión. Parte 4
- UNE-EN 12201-5: "Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE)". Conducciones con presión. Parte 5
- UNE 13244-1:2003 "Sistemas de canalización de materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua, en general y saneamiento a presión. Polietileno (PE) Parte 1: Generalidades"
- UNE 13244-2:2003 "Sistemas de canalización de materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua, en general y saneamiento a presión. Polietileno (PE) Parte 2: Tubos"
- UNE 13244-3:2003 "Sistemas de canalización de materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua, en general y saneamiento a presión. Polietileno (PE) Parte 3: Accesorios"
- UNE 13244-4:2003 "Sistemas de canalización de materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua, en general y saneamiento a presión. Polietileno (PE) Parte 4: Válvulas"
- UNE 13244-5:2003 "Sistemas de canalización de materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua, en general y saneamiento a presión. Polietileno (PE) Parte 5: Aptitud del sistema a la función"
- UNE 53394:2006 IN "Código de instalación y manejo de tubos de PE para conducciones de agua a presión. Técnicas recomendadas"
- UNE 53331:1997 IN "Plásticos, tuberías de Poli cloruro de vinilo (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterios para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas)
- UNE-EN 1452-1:2000 "Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Poli cloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 1: Generalidades"
- UNE-EN 1452-2:2000 "Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Poli cloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 2Tubos"
- UNE-EN 1452-3:2000 "Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Poli cloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 3: Accesorios
- UNE-EN 1452-4:2000 IN "Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Poli cloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 4: Válvulas y equipo auxiliar"
- UNE-EN 1452-5:2000 "Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Poli cloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 5: Aptitud al uso del sistema.
- UNE-EN 1452-6:2000 "Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Poli cloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 6: Práctica recomendada.
- UNE-EN 1452-7:2001 "Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Poli cloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 6: Práctica para la evaluación de la conformidad.
- UNE EN 1796:2006 + A1:2009. Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos para aplicaciones con y sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resinas de poliéster insaturado (UP).

En general, serán de aplicación cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos oficiales que guarden relación con las obras del presente Pliego, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

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

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

## 1.5 REPRESENTANTES DE LA PROPIEDAD Y DEL CONTRATISTA

El Director de Obra, resolverá sobre todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos del presente Proyecto,

De forma especial, el Contratista deberá seguir sus instrucciones en cuanto se refiere a la calidad y acopio de materiales, ejecución de las unidades de obra, interpretación de planos y especificaciones, modificaciones del Proyecto, programa de ejecución de los trabajos y precauciones a adoptar en el desarrollo de los mismos, así como en lo relacionado con la conservación del medio ambiente que pueda ser afectado por las instalaciones o por la ejecución de préstamos, caballeros, vertederos, acopios o cualquier otro tipo de trabajo.

## 1.6 PERSONAL DEL CONTRATISTA

El Jefe de Obra y Delegado del Contratista tendrá la titulación de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos o equivalente y quedará adscrito a ella con carácter exclusivo. Será formalmente propuesto por el Contratista al Ingeniero Director de Obra, para su aceptación, que podrá ser denegada por el Director, en un principio y en cualquier momento del curso de la obra, si hubiere motivos para ello a juicio de este. Tendrá obligación de residencia en las proximidades de la obra.

No podrá ser sustituido por el Contratista sin la conformidad por escrito del Director de Obra.

El Director de Obra podrá exigir que no se ejecute la obra si no hay nombrado, aceptado y presente un Jefe de Obra del Contratista, siendo en tal caso el Contratista responsable de la demora y de sus consecuencias.

## 1.7 ORDENES AL CONTRATISTA

El Jefe de Obra, será el interlocutor del Director de Obra, con obligación de recibir todas las comunicaciones verbales y/o escritas que dé el Director directamente o a través de otras personas, debiendo cerciorarse, en este caso, de que están autorizadas para ello y/o verificar el mensaje y confirmarlo, según su procedencia, urgencia e importancia. Todo ello sin perjuicio de que el Director pueda comunicar directamente con el resto del personal subalterno, que deberá informar seguidamente a su Jefe de Obra.

El Jefe de Obra es responsable de que dichas comunicaciones lleguen fielmente hasta las personas que deben ejecutarlas y de que se ejecuten. Es responsable de que todas las comunicaciones escritas de la Dirección de Obra, incluso planos de obra, ensayos y mediciones, estén custodiadas, ordenadas cronológicamente y disponibles en obra para su consulta en cualquier momento.

El Jefe de Obra tendrá obligación de estar enterado de todas las circunstancias y desarrollo de los trabajos de la obra e informará al Director de Obra a su requerimiento en todo momento, o sin necesidad de requerimiento, si fuese necesario o conveniente.

Lo expresado vale también para los trabajos que efectuasen subcontratistas o destajistas, en el caso de que fuesen autorizados por la Dirección de Obra.

Se abrirá el libro de Incidencias de acuerdo con lo previsto en el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

El Libro de Incidencias debe ser custodiado por el Coordinador de Seguridad y Salud.

## 1.8 CONTRADICCIONES, OMISIONES Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO

Lo mencionado en el presente Pliego y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera desarrollado en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último.

Si el Director de Obra encontrase incompatibilidad en la aplicación conjunta de todas las limitaciones técnicas que definen una unidad, aplicará solamente aquellas limitaciones que, a su juicio, reporten mayor calidad.

El Contratista estará obligado a poner cuanto antes en conocimiento del Director de Obra cualquier discrepancia que observe entre los distintos planos del Proyecto o cualquier otra circunstancia surgida durante la ejecución de los trabajos, que diese lugar a posibles modificaciones del Proyecto.

Como consecuencia de la información recibida del Contratista, o propia iniciativa a la vista de las necesidades de la Obra, el Director de la misma podrá ordenar y proponer las modificaciones que considere necesarias de acuerdo con el presente Pliego, la Legislación vigente sobre la materia.

## 1.9 ALTERACIONES Y/O LIMITACIONES DEL PROGRAMA DE TRABAJO

La ejecución de las obras comenzará con el acta de comprobación del replanteo. A tales efectos, dentro del plazo que se consigne en el contrato, que no podrá ser superior a un mes desde la fecha de su formalización, salvo casos excepcionales justificados, La Dirección de Obra procederá, en presencia del Contratista, a efectuar la comprobación del replanteo hecho previamente a la licitación, extendiéndose acta del resultado, que será firmada por ambas partes interesadas.

El Contratista presentará un programa de trabajo en el plazo máximo de quince días desde la notificación de la adjudicación. La dirección de obra definirá que actividades incluidas en el programa tendrán las características, en atención a su significación e importancia, de unidades o hitos que marquen plazos parciales de inexcusable cumplimiento.

El mencionado Programa de Trabajo tendrá carácter de compromiso formal en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales establecidos. Solo se podrán modificar estos plazos con el consentimiento, por escrito, de la Dirección de Obra.

La falta de cumplimiento de dicho programa y sus plazos parciales, en el mismo momento en que se produzcan, podrá dar lugar a la inmediata propuesta de resolución y al encargo de ejecución de las obras a otros contratistas, así como a las sanciones económicas que correspondan.

Cuando el contrato se resuelva por incumplimiento del Contratista le será incautada la garantía.

En todo caso, el acuerdo de resolución contendrá pronunciamiento expreso acerca de la procedencia o no de la pérdida, devolución o cancelación de la garantía constituida.

Iniciado el expediente de resolución de un contrato cuyas obras hayan de ser continuadas por otro contratista, se preparará seguidamente la propuesta de liquidación de las mismas.

La liquidación comprenderá la constatación y medición de las obras ya realizadas, especificando las que sean de recibo y fijando los saldos pertinentes en favor o en contra del Contratista.

La liquidación se notificará al Contratista al mismo tiempo que el acuerdo de resolución.

## 1.10 PLAN DE AUTOCONTROL

El Contratista es responsable de la calidad de las obras que ejecuta.

Antes del comienzo de las obras, el Contratista someterá el Plan de Autocontrol de Calidad (PAC) que haya previsto, con especificación detallada de los medios humanos y materiales que se compromete a utilizar durante el desarrollo de las obras para este fin.

En este Plan, que se redactará respetando los requisitos de las Normas ISO 9002 y 14002, se definirá el alcance en cuanto a controles de plantas y de suministros, así como el tipo e intensidad de ensayos de control de calidad a realizar en todas las unidades de obra susceptibles de ello.

Inexorablemente, comprenderá la realización de ensayos de compactación de rellenos así como los ensayos previos que justifiquen la adecuada calidad de los materiales de los mismos (sean del emplazamiento, de la traza o de préstamos) con una intensidad suficiente para poder garantizar en todas y cada una de las tongadas el cumplimiento de las condiciones exigidas en las especificaciones de este Pliego, sin tener que recurrirse necesariamente al control que realice por su cuenta la Dirección de Obra.

El mismo alto nivel de intensidad deberá ser contemplado por el Contratista en su Plan de Autocontrol en lo relativo a los hormigones, determinando consistencias y rompiendo probetas en diversos plazos para poder determinar, en cada uno de los elementos ejecutados, el cumplimiento de las exigencias del Proyecto. Dicho nivel de intensidad se mantendrá también en el control de calidad del material de las barras de acero corrugado y de cualquier elemento metálico.

El mismo alto nivel de intensidad deberá ser contemplado por el Contratista en su Plan de Autocontrol en lo relativo al control de la ejecución de la puesta en obra de las tuberías, válvulas y equipos y sus juntas o soldadura, garantizándose el cumplimiento de las exigencias del Proyecto.

En las demás unidades de obra, el Contratista se comprometerá con este Plan a la realización de ensayos suficientes para poder garantizar la calidad exigida.

Los resultados de todos estos ensayos, serán puestos en conocimiento de la Dirección de Obra, inmediatamente después de su obtención en impresos normalizados que deberán ser propuestos por el Contratista en el Plan de Autocontrol.

El Plan de Autocontrol (P.A.C.) deberá indicar claramente el proceso de generación de no conformidades y su cierre. Se debe hacer una mención expresa a la ISO 9002. Asimismo, se recogerán en el P.A.C. los ensayos y demás verificaciones que garanticen la calidad idónea de los suministros.

La Dirección de Obra tendrá acceso directo a la ejecución de cualquier ensayo y a la obtención sin demora de sus resultados del Contratista. Igualmente podrá entrar en contacto directo con el personal que el Contratista empleará en su autocontrol con dedicación exclusiva y cuya relación, será recogida en el Plan de Autocontrol, incluyendo sus respectivos "Currículo Vitae" y experiencias en actividades similares.

## 1.11 PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista adoptará bajo su entera responsabilidad, todas las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones vigentes referentes a la prevención de accidentes, incendios y daños a terceros, y seguirá las instrucciones complementarias que diere, a este respecto, la Dirección de Obra.

Especialmente, el Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación del agua por efecto de los combustibles, aceites, ligantes o cualquier otro material que pueda ser perjudicial. Además, pondrá especial cuidado en implantar y cumplir todas y cada una de las medidas de Integración Ambiental durante la ejecución de las obras incluidas en el presente Proyecto. A tal efecto, el Contratista conoce la Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto y deberá cumplir su contenido en todos aquellos conceptos que le afecten.

## 1.12 SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS DURANTE SU EJECUCIÓN

El Contratista adjudicatario de las obras, está obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad las señalizaciones necesarias, balizamiento, iluminación y protecciones adecuadas para las obras, tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso las autorizaciones necesarias para las ejecuciones de las distintas partes de la obra.

El tipo de vallas, iluminación, pintura y señales circulatorias, direccionales, de precaución y peligro, se ajustará a los modelos que se fije, debiendo mantener permanentemente a vigilancia con la responsabilidad de la colocación y conservación de dichas señales.

A estos efectos se advierte que los cordones de tierra acopiados al borde de zanja y procedentes de la excavación que se dejen en esta ubicación para su futuro empleo como rellenos de la misma, y a pesar de su función de disuasión, no tendrán la consideración de protección, como tal, debiendo preverse la necesaria protección de la zanja incluso en el borde anejo a este cordón de acopio, para evitar la caída en la zona excavada de personas o animales o cosas.

### 1.13 MANTENIMIENTO DE SERVIDUMBRE Y SERVICIOS

Para el mantenimiento de servidumbres y servicios existentes, el Contratista dispondrá todos los medios que sean necesarios, sometiéndose en caso preciso a lo que ordene la Dirección de Obra, cuyas resoluciones discrecionales a este respecto serán inapelables, siendo el Contratista responsable de los daños y perjuicios que por incumplimiento de esta prescripción puedan resultar exigibles. El abono de los gastos que este mantenimiento ocasione se encuentra comprendido en los precios de las distintas unidades de obra.

La determinación, en la zona de las obras, de la situación exacta de las servidumbres y servicios públicos para su mantenimiento en su estado actual, es obligación del Contratista y serán de su cuenta todos los daños y perjuicios que el incumplimiento de esta prescripción ocasione.

El tráfico, tanto de peatones como rodado, será restituido en cada parte de obra tan pronto como sea posible, debiendo siempre permitir el acceso a las fincas y lugares de uso público y sin que ello altere los plazos parciales y totales del Plan de Obra.

El Contratista está obligado a permitir a las Compañías Suministradoras de Servicios (Gas, Teléfonos, Electricidad, Fibra óptica, Agua, Saneamiento, etc.) la inspección de sus conducciones, así como la instalación de nuevas conducciones en la zona de la obra, de acuerdo con las instrucciones que señale la Dirección de la Obra, con objeto de evitar futuras afecciones a la obra terminada.

El Contratista queda obligado a dejar libres las vías públicas debiendo realizar a su costa los trabajos necesarios para dejar tránsito a peatones y vehículos durante la ejecución de las obras, así como a realizar las operaciones requeridas para desviar acequias, tuberías, cables eléctricos y, en general, cualquier instalación que sea necesario modificar, siendo el imparte de dichos trabajos de su cuenta y a su cargo.

### 1.14 TERRENOS DISPONIBLES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Contratista podrá disponer de aquellos espacios adyacentes o próximos al tajo mismo de obra, expresamente recogidos en el proyecto como ocupación temporal, para el acopio de materiales, la ubicación de instalaciones auxiliares o el movimiento de equipos y personal.

Será de su cuenta y responsabilidad la reposición de estos terrenos a su estado original y la reparación de los deterioros que hubiera podido ocasionar en las propiedades, especialmente las vallas de protección de las fincas.

La provisión de aquellos espacios y accesos provisionales que, no estando expresamente recogidos en el proyecto, decidiera utilizar para la ejecución de las obras será totalmente de cuenta del Contratista que también se ocupará de la tramitación administrativa y medio ambiental para obtener las autorizaciones.

### 1.15 ACCESO A LA OBRA

Construcción de caminos de acceso

Los caminos y accesos provisionales a los diferentes tajos serán gestionados y construidos por el Contratista, bajo su responsabilidad y a su cargo. La Dirección de Obra podrá pedir que todos o parte de ellos sean construidos antes del inicio de las obras.

El Contratista quedará obligado a reconstruir por su cuenta todas aquellas obras, construcciones e instalaciones de servicio público o privado, tales como vallas perimetrales de las parcelas, redes subterráneas de telefonía, fibra óptica y cable, líneas eléctricas, conducciones de abastecimiento, colectores de saneamiento, gasoductos, oleoductos, etilenoductos, obras de drenaje, depósitos de agua, combustible o de cualquier otro tipo, cualquier construcción enterrada o no, estructuras, pilotajes, muros pantalla, zapatas, túneles, galerías, yacimientos arqueológicos y cualquier otro elemento, construcción o canalización que se ven afectados por la construcción de los caminos y obras provisionales. Igualmente deberá colocar la señalización necesaria en los cruces o desvíos con carreteras nacionales o locales y retirar de la obra a su cuenta y riesgo, todos los materiales y medios de construcción sobrantes, una vez terminada aquélla, dejando la zona perfectamente limpia.

Estos caminos o accesos provisionales estarán situados, en la medida de lo posible, fuera del lugar de emplazamiento de las obras definitivas. En el caso excepcional de que necesariamente hayan de producirse interferencias, las modificaciones posteriores para la ejecución de los trabajos serán a cargo del Contratista.

Conservación y uso

El Contratista conservará en condiciones adecuadas para su utilización los accesos y caminos provisionales de obra.

Los caminos particulares o públicos usados por el Contratista para el acceso a las obras y que hayan sido dañados por dicho uso, deberán ser reparados por su cuenta.

Ocupación temporal de terrenos para construcción de caminos de acceso a las obras.

Las autorizaciones necesarias para ocupar temporalmente terrenos para la construcción de caminos provisionales de acceso a las obras, no previstos en el Proyecto, serán gestionadas por el Contratista, quien deberá satisfacer por su cuenta las indemnizaciones correspondientes y realizar los trabajos para restituir los terrenos a su estado inicial tras la ocupación temporal.

### 1.16 ACOPIOS

Queda terminantemente prohibido efectuar acopios de materiales, cualquiera que sea su naturaleza, sin haber solicitado previamente autorización al Director de Obra, sobre el lugar a efectuar dichos acopios y el motivo que lo justifique.

Los materiales se acopiarán en forma tal, que se asegure la preservación de su calidad para su utilización en obra, y de la forma en que el Director de Obra prescriba. Los costes de acopio y estiba de los materiales acopiados están incluidos dentro de los precios de las unidades afectadas, no siendo por tanto de abono al contratista de forma separada.

Los daños que pudieran derivarse de la ocupación de terrenos, así como de los cánones que pudieran solicitarse por los propietarios de los mismos, al ser utilizados como lugares de acopio, serán a cargo del Contratista.

### **1.17 EQUIPOS, MAQUINARIAS Y MEDIOA AUX. A APORTAR POR EL CONTRATISTA**

Todos los aparatos de control y medida, maquinarias, herramientas y medios auxiliares que constituyen el equipo a aportar por el Contratista y responsabilidad de éste para la correcta ejecución de las Obras deberán reunir las debidas condiciones de idoneidad, pudiendo rechazar la Dirección de Obra cualquier elemento que, a su juicio, no reúna las referidas condiciones.

Si durante la ejecución de las Obras, el Director estimara que, por cambio en las condiciones de trabajo o cualquier otro motivo, el equipo aprobado no es idóneo al fin propuesto, podrá exigir su refuerzo o sustitución por otro más adecuado.

El equipo quedará adscrito a la Obra en tanto se hallen en ejecución las unidades en las que ha de utilizarse, no pudiéndose retirar elemento alguno del mismo sin consentimiento expreso del Director de Obra.

En caso de avería, por causas meteorológicas, actos de vandalismo, robo o cualquier otra causa, deberán ser reparados los elementos averiados o inutilizados siempre que su reparación, por cuenta del Contratista, exija plazos que no alteren el Programa de Trabajo que fuera de aplicación. En caso contrario deberá ser sustituido el equipo completo.

En todo caso, la conservación, vigilancia, reparación y/o sustitución de los elementos que integren el equipo aportado por el Contratista, será de la exclusiva cuenta y cargo del mismo.

La maquinaria, herramientas y medios auxiliares que emplee el Contratista para la ejecución de los trabajos no serán nunca abonables, pues ya se ha tenido en cuenta al hacer la composición de los precios; entendiéndose que, aunque en los Cuadros de Precios no figuren indicados de una manera explícita alguna o algunos de ellos. Todos ellos se considerarán incluidos en el precio correspondiente.

Los medios auxiliares que garanticen la seguridad del personal operario son de exclusiva responsabilidad y cargo del Contratista.

### **1.18 FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN**

El Contratista proporcionará a la Dirección de Obra y a sus delegados o subalternos, toda clase de facilidades para los replanteos, así como para la inspección de la obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a cualquier parte de la obra, incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos o pruebas para las obras.

En la obra deberá existir permanentemente a disposición de la Dirección de Obra, un Proyecto de la misma, un ejemplar del Plan de Obra y un Libro de Ordenes, el cual constará de 100 hojas

foliadas por duplicado, numeradas, con el título impreso de la obra y con un espacio en su parte inferior para fecha y firma de la Dirección de Obra y del Jefe de Obra.

### **1.19 TRABAJOS A CARGO DEL CONTRATISTA**

El Contratista construirá las obras y suministrará y montará cada una de las obras y/o equipos definidos en este Pliego y en los Planos del Proyecto, junto con todos los accesorios necesarios para su buen funcionamiento.

Aquellos equipos cuyo diseño y proyecto definitivo sean de cuenta del Contratista, serán proyectados de acuerdo con las normas vigentes en cada caso, dando debida justificación toda vez que sus bases de cálculo se aparten de las normas vigentes o de las condiciones contenidas en este Pliego.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra la fecha y el lugar en que se realizarán las pruebas con suficiente anticipación en cada caso, presentando al Director de Obra toda la documentación necesaria que las describa así como la normativa que las contemple.

El Contratista suministrará los servicios de un equipo técnico de montaje, experimentado y competente, necesario para la realización de los ajustes que pudieran ser requeridos en obra, e inspección de la instalación terminada, así como también los servicios del personal técnico competente, necesario para la instrucción del personal que estará a cargo de los equipos mecánicos o eléctricos montados.

Asimismo, suministrará los planos de conjunto y detalle necesarios para la correcta interpretación de la ejecución y funcionamiento de los equipos, así como, también, los planos de detalle de todos los elementos de anclaje que deban empotrarse en la obra de hormigón.

### **1.20 SUBCONTRATOS**

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin consentimiento previo solicitado por escrito a la Dirección de Obra. Dicha solicitud incluirá los datos precisos para garantizar que el Subcontratista posee la capacidad suficiente para hacerse cargo de los trabajos en cuestión.

La celebración de los subcontratos estará condicionada a que se dé conocimiento por escrito a la Dirección de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes del contrato a realizar por el subcontratista.

Los subcontratistas quedarán obligados sólo ante el Contratista principal que asumirá, por tanto, la total responsabilidad de la ejecución del contrato, con arreglo estricto a pliego de cláusulas administrativas particulares y a los términos del contrato.

En ningún caso podrá concertarse por el Contratista la ejecución parcial del contrato con personas y/o empresas inhabilitadas para contratar de acuerdo con el ordenamiento jurídico.

La aceptación del subcontrato no relevará al Contratista de su responsabilidad contractual. La Dirección de Obra estará facultada para decidir la exclusión de aquellos subcontratistas que,



previamente aceptados, no demuestren, durante los trabajos, poseer las condiciones requeridas para la ejecución de los mismos. El Contratista adoptará las medidas precisas e inmediatas para la rescisión de dichos subcontratos renunciando de forma expresa a cualquier indemnización o pago y sin que ello de lugar a ningún retraso en la planificación de la obra.

## 1.21 OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES

El Contratista obtendrá a su costa todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación de las zonas de ubicación de las mismas, servidumbres de acueducto, o a permisos de ocupación temporal o permanente de las obras previstas en este proyecto, así como en cualquier otro modificativo o adicional del presente.

Será responsable, hasta la recepción definitiva, de los daños y perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de los actos, omisiones o negligencia del personal a su cargo, o de una deficiente organización de las obras.

El Contratista está obligado previamente al comienzo de los trabajos a detectar, proteger, evitar o reponer en su caso, y a su cargo, salvo que esté expresamente recogido en Pliego y Presupuesto, todos los servicios existentes en uso o no, tales como redes subterráneas de telefonía, fibra óptica y cable, líneas eléctricas, conducciones de abastecimiento, colectores de saneamiento, gasoductos, oleoductos, etilenoductos, obras de drenaje, depósitos de agua, combustible o de cualquier otro tipo, cualquier construcción enterrada o no, estructuras, pilotajes, muros pantalla, zapatas, túneles, galerías, yacimientos arqueológicos y cualquier otro elemento, construcción o canalización que pudiera resultar dañado por la ejecución de cualquiera de los trabajos de la obra dentro de los límites de la misma.

Serán por lo tanto a cargo del Contratista todos los daños, perjuicios e indemnizaciones consecuencia de la rotura, interrupción y posterior reposición de cualquier elemento y servicio público o privado de los arriba mencionados.

El Contratista está obligado a detectar, proteger, evitar o reponer en las mismas condiciones anteriores cualquier servicio de los arriba mencionados fuera de los límites de la obra, siendo igualmente responsable de cualquier daño generado como consecuencia de actividades tales como el desvío de cauces, la ejecución de caminos provisionales de reposición de accesos y servidumbres, pistas de acceso a la obra, explotación de canteras, préstamos y vertederos, la implantación y explotación de cualquier instalación de obra, la derivación de caudales sin cumplir los requisitos correspondientes, y cualquier otra actividad que vaya a ser desarrollada por el Contratista.

El Contratista dará cuenta de todos los objetos de interés que se encuentren o descubran en la obra durante la ejecución de los trabajos a la Dirección de Obra y los colocará bajo su custodia.

También queda obligado al cumplimiento de lo establecido en las Reglamentaciones de Trabajo y disposiciones reguladoras de los Seguros Sociales y de Accidentes.

## 1.22 GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos que origine la comprobación del replanteo general de las obras y los de replanteos parciales de las mismas; los de construcción, remoción o retirada de toda clase de instalaciones y construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales; los de protección de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes; los de limpieza y evacuación de desvíos provisionales de acceso a tramos parcial o totalmente terminados cuya construcción responda a conveniencia del Contratista; los de conservación durante el plazo de utilización de toda clase de desvíos prescritos en el Proyecto y ordenados por la Dirección de Obra que no se efectúen aprovechando carreteras existentes; los de conservación de desagües, los de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras; los de remoción de las instalaciones, herramientas; materiales y limpieza general de la obra a su terminación; los de montaje, conservación y retirada de las instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarias para las obras, así como la adquisición de dichas aguas y energía; los de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas; los de instalación y conservación del laboratorio de pie de obra; los de construcción de caminos necesarios para la ejecución de las obras, no incluidos en el presupuesto.

Igualmente serán de cuenta del Contratista las diversas cargas fiscales derivadas de las disposiciones legales vigentes y las que determine el correspondiente Pliego de Licitación, así como todos los gastos originados por los ensayos de materiales y de control y pruebas de ejecución de las obras y equipos que se especifican en este Pliego.

En los casos de resolución del contrato, cualquiera que sea la causa que los motive, serán de cuenta del Contratista todos los gastos originados por la liquidación, así como los de la retirada de todos los materiales acopiados en la obra, el desmantelamiento y retirada de los componentes de todas las instalaciones de obra, la retirada del campamento de la obra, la restitución completa de los préstamos, vertederos, pistas de obra, caminos de acceso, zona de acopio de materiales, desvíos provisionales de cauces, carreteras y caminos que hayan sido utilizados para la obra y en general cualquier elemento o construcción provisional que haya realizado dicho contratista dentro y fuera de la zona de obra.

Asimismo, el Contratista finalizará en el plazo más breve posible los tajos que en esos momentos estuviera ejecutando y que por motivos de seguridad o cualquier otro que considere la Dirección de Obra sea necesario terminar.

Llegado este caso el Contratista deberá abandonar la obra en un plazo que será fijado, debiendo mantener hasta ese momento todos los equipos necesarios para realizar los trabajos.

situación original en un corto plazo de tiempo. En cuanto a las instalaciones de depósitos, etc., serán así mismo restaurados en su entorno y se ubican fuera de cualquier punto conflictivo desde el punto de vista medioambiental.

- La actuación se desarrolla, en un alto porcentaje de su trazado, anexa a infraestructuras lineales existentes.



### **1.23 OBRAS CUYA EJECUCIÓN NO ESTÁ TOTALMENTE DEFINIDA EN EL PROYECTO**

Las obras cuya ejecución no está definida ni contemplada en el presente Proyecto se abonarán a los precios del Contrato y según las condiciones recogidas en el presente Pliego que serán de aplicación, en cualquier caso.

El Contratista está obligado a la ejecución de las mismas cuando el Director de Obra considere que son necesarias para la continuidad de la obra, su seguridad, o por cualquier otro motivo que aquel considere.

De la misma manera se abonará la extracción de escombros y desprendimientos que ocurran durante el plazo de garantía siempre que sean debidos a movimiento evidente de los terrenos y no a faltas cometidas por el Contratista.

### **1.24 OBRAS QUE QUEDAN OCULTAS**

Sin autorización del Director de Obra o personal en quien delegue, no podrá el Contratista proceder al relleno de las excavaciones abiertas para cimentación de las obras y, en general, al de todas las obras que queden ocultas. Cuando el Contratista haya procedido a dicho relleno sin la debida autorización, podrá el Director de Obra ordenar la ejecución, a cargo del contratista, de las labores necesarias para poder realizar la inspección de las obras así ejecutadas, y disponer la demolición de lo ejecutado, si no se ajusta a lo previsto en este proyecto, siendo los gastos de esta operación a cargo del Contratista que también será responsable de los eventuales errores de ejecución y acabado de dicha unidad y, en todo caso, el Contratista será responsable de las equivocaciones que hubiese cometido.

En caso de ser necesario tapar los saneos del terreno sin que sea posible la presencia del Director de Obra, las citadas operaciones se medirán de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego.

### **1.25 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CASOS NO PREVISTOS EN ESTE PLIEGO**

Es obligación del Contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle estipulado expresamente en este Pliego de Condiciones, y lo que, sin apartarse de su recta interpretación, disponga por escrito la Dirección de Obra.

Caso de surgir unidades de obra no previstas en el Proyecto, cuya ejecución se considere conveniente o necesaria y si los precios de abono no estuvieran contemplados en el Contrato, los nuevos precios se fijarán contradictoriamente, con anterioridad a la ejecución de los trabajos a que dicho precio se refiere. Estos precios se redactarán en lo posible, tomando como base los que figuran en los Cuadros de Precios del Proyecto.

### **1.26 SEGURIDAD Y SALUD**

El Contratista será responsable del cumplimiento de toda la legislación vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo, así como de las especificaciones particulares expuestas en el presente Pliego o en el correspondiente Anejo a la Memoria

### **1.27 MEDICIÓN Y ABONO**

Para la medición y abono de las distintas unidades se seguirá lo especificado para cada una de ellas en los correspondientes apartados del presente Pliego.

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

### **1.28 CONDICIONES PARA FIJAR PRECIOS**

Si se considerase necesaria la formación de precios contradictorios, este precio deberá fijarse con arreglo a las unidades del cuadro de precios del presente Proyecto siempre que sea posible.

La fijación del precio deberá hacerse obligatoriamente antes de que se ejecute la obra a la que debe aplicarse.

En caso de falta de acuerdo se someterán a arbitraje de acuerdo con lo establecido en los párrafos siguientes:

Cualquier cuestión, disputa o diferencia que pudiera surgir entre las partes proveniente de la interpretación y/o ejecución del Contrato y sus anejos, se resolverá mediante el arbitraje que prevé la Ley 60/2003 de 23 de diciembre, sin perjuicio de la plena efectividad de los compromisos contractuales contrato y sus anejos que, no obstante, habrán de acomodarse a la decisión del arbitraje.

Las partes se someten al arbitraje institucional de la Corte Civil y Mercantil de Arbitraje (CIMA), a quien se le encarga la designación del Árbitro o Árbitros y la administración del arbitraje, obligándose desde el momento de la firma del contrato dichas partes al cumplimiento de la decisión arbitral.

El arbitraje será de derecho. El plazo para dictar el laudo será de 2 meses desde la aceptación del arbitraje. Su regulación y el procedimiento aplicable quedarán sometidos a la mencionada Ley, o a la posterior que la sustituya, y al Reglamento de Procedimiento de la Corte Civil y Mercantil de Arbitraje.

### **1.29 REVISIÓN DE PRECIOS**

Los precios unitarios que forman parte del proyecto se revisarán anualmente, una vez ejecutado el veinte por ciento (20%) de los trabajos incluidos en el contrato y transcurrido un año desde la

adjudicación de la obra. En consecuencia, el primer 20 por 100 ejecutado y el primer año transcurrido desde la formalización quedarán excluidos de la revisión.

Por tratarse de un contrato de obra en que el plazo de ejecución excede a doce (12) meses, se incluye la fórmula polinómica de revisión de precios.

En el Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas. Mediante este real Decreto se han modificado las fórmulas tipo de revisión de precios vigentes, que databan de los años 1970 y 1981

Dadas las características de nuestra obra, en la se tiene una gran cantidad de material plástico (tubería de PVC), se ha seleccionado la fórmula polinómica número 541, que tiene la siguiente expresión:

Fórmula núm. 541: “Alto contenido en plásticos. Tipologías más representativas: obras de modernización y transformación de regadíos y conducciones de derivados plásticos”.

$$K_t = 0,05(C_t/Co) + 0,08(E_t/Eo) + 0,15(P_t/Po) + 0,06(R_t/Ro) + 0,14(S_t/So) + 0,01(T_t/To) + 0,51$$

Los significados de los símbolos utilizados es el siguiente:

Kt: Coeficiente teórico de revisión por al momento de ejecución.

Ct: Índice del coste del cemento en el momento de ejecución t.

Co Índice del coste del cemento en la fecha de licitación.

Et: Índice del coste de la energía en el momento de la ejecución t.

Eo: Índice del coste de la energía en la fecha de licitación.

Pt: Índice del coste de productos plásticos en el momento de la ejecución t.

Po: Índice del coste de productos plásticos en la fecha de licitación.

Rt: Índice del coste de áridos y rocas en el momento de la ejecución t.

Ro: Índice del coste de áridos y rocas en la fecha de licitación.

St: Índice del coste de materiales siderúrgicos en el momento de ejecución t.

So: Índice del coste de materiales siderúrgicos en la fecha de licitación

## 1.30 OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS

Si alguna unidad de obra no cumpliera las condiciones que para la misma se establecen en el presente Pliego, deberá ser demolida y reconstruida a costa del Contratista, sin embargo, si aún con menor calidad que la exigida resultase aceptable, a juicio de la Dirección de Obra, se fijará por ésta el precio a abonar por la misma en función del grado de deficiencia. El Contratista podrá optar por aceptar la decisión de aquella o atenerse a lo especificado al principio de este artículo.

Cuando se tenga algún indicio de la existencia de vicios ocultos de construcción o de materiales de calidad deficiente, la Dirección de Obra podrá ordenar la apertura de calas correspondientes, siendo de cuenta del Contratista todos los gastos de apertura, ensayos, y todas las demás operaciones que se originen de esta comprobación, en caso de confirmarse la existencia de dichos defectos.

## 1.31 CONSTRUCCIONES AUXILIARES Y PROVISIONALES

El Contratista queda obligado a construir por su cuenta, y a retirar y dismantelar al final de las obras todas las instalaciones de obra. El campamento, la restitución completa de los préstamos, vertederos, pistas de obra, caminos de acceso, zona de acopio de materiales y su retirada completa, almacenes, desvíos provisionales de cauces, carreteras y caminos que hayan sido utilizados para la obra y en general cualquier elemento o construcción auxiliar o provisional que haya realizado dicho contratista dentro y fuera de la zona de obra.

Las instalaciones auxiliares de obra no ubicadas en el Proyecto, se localizarán en las zonas de menor valor ambiental, siguiendo los criterios predefinidos en los Planos y en el Anejo de Integración Ambiental.

El Contratista evitará todo vertido potencialmente contaminante, en especial en los eventuales pasos y cruces sobre cauces y vaguadas, en las áreas de repostaje de combustible, en el parque de maquinaria si lo hubiere, en el campamento de obra, en el almacén ó zona de acopio de sustancias tóxicas y peligrosas tales como desencofrantes, pinturas y disolventes, aceites y de cualquier tipo, y en general en cualquier zona de la obra o externa a ella donde pueda haber presencia de algún material contaminante.

El Contratista instalará y mantendrá a su costa una estación para la toma de datos meteorológicos, calibrada oficialmente capaz de registrar en soporte magnético los valores horarios de temperatura, humedad relativa y pluviometría.

## 1.32 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS, RECEPCIÓN Y PLAZO DE GARANTIA

El Contratista queda comprometido a conservar por su cuenta, hasta que sean recibidas, todas las obras que integran el Contrato.

Transcurrido el plazo de ejecución y si las obras resultasen construidas con arreglo a las condiciones estipuladas, se constatará en un acto formal y positivo de Recepción o Conformidad dentro del mes siguiente de haberse producido la entrega o realización del objeto del contrato.

El plazo de garantía será de VEINTICUATRO (24) meses y empezará a contar a partir de la fecha de la citada Recepción, durante el cual será de cuenta del Contratista la conservación de las obras e instalaciones y cuantas reparaciones se motiven y ordenen por defectos de ejecución de las mismas.

Terminado el plazo de garantía, quedará extinguida la responsabilidad del Contratista.

Una vez terminadas las obras, se procederá a realizar su limpieza final. Asimismo, todas las instalaciones, caminos provisionales, depósitos o edificios con carácter temporal, serán removidos, salvo prescripción en contra de la Dirección de Obra.

Todo ello se efectuará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas y ambientales acordes con la zona circundante. La limpieza final y retirada de instalaciones se considerarán incluidas en el Contrato, y por tanto su realización no será objeto de ninguna clase de abono.

### 1.33 OBLIGACIONES SOCIALES

El Contratista será responsable del cumplimiento de todas las obligaciones vigentes sobre la seguridad en el trabajo, encaminadas a garantizar la seguridad de los trabajadores y la buena marcha de las obras. Dicho cumplimiento no excusará en ningún caso la responsabilidad del Contratista, aún en el caso de que subcontrate total o parcialmente su trabajo.

El Contratista tiene asimismo la obligación de cumplir cuanto prescribe la Reglamentación Nacional del Trabajo de las Industrias de la Construcción y Obras Públicas, y todas las disposiciones vigentes o que en lo sucesivo se dicten de carácter laboral y social.

### 1.34 EXTINCIÓN DEL CONTRATO

El contrato se entenderá cumplido cuando el Contratista haya realizado, de acuerdo con los términos establecidos en aquel, el objeto de dicho contrato.

### 1.35 COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO E INICIO DE LAS OBRAS

Antes de dar comienzo a las obras, la Dirección de Obra, en presencia del Contratista, procederá a efectuar la comprobación del replanteo.

Del resultado de esta comprobación general se levantará Acta que suscribirán la Dirección de Obra y el Contratista. Este Acta se elevará para su aprobación y en ella constará la conformidad entre el proyecto y el terreno o las variaciones existentes en su caso.

El Contratista será responsable de la conservación de los puntos, señales y mojones, y si en el transcurso de las obras sufrieran deterioro, cambio de lugar temporal o destrucción serán a su cargo los gastos de reposición y comprobación.

Las obras objeto del presente Proyecto, se iniciarán al día siguiente de la fecha del Acta de Replanteo, empezando a contar el plazo a partir de dicha fecha.

En el período comprendido entre la adjudicación definitiva y la de replanteo de las obras, el Contratista podrá, bajo su responsabilidad, proceder a la organización general de las mismas, gestión de suministros de materiales y medios auxiliares necesarios y, en general, a todos los trámites previos necesarios para que, una vez comenzada la obra, no se vea interrumpida por obstáculos derivados de una deficiente programación.

### 1.36 GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN

Serán de cuenta del adjudicatario de las obras, el abono de los gastos de replanteo y liquidación de las mismas.

### 1.37 ENSAYOS, CONTROL Y VIGILANCIA

Los ensayos y pruebas, tanto de materiales como de unidades de obra, serán realizados por laboratorios especializados en la materia y reconocidos oficialmente, que en su caso podrían ser propuestos por el Contratista para su aceptación por la Dirección de Obra, debiendo aportarse tarifa de precios de dichos laboratorios.

De los gastos de ensayo y control de materiales será a cargo del Contratista hasta un uno por ciento (1,0 %) del Presupuesto Base de Licitación, salvo que los resultados de los ensayos y el control pongan de manifiesto un trabajo defectuoso del Contratista, en cuyo caso, será este el que corra con el gasto.

Los ensayos o reconocimientos verificados durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales, piezas o unidades de obra en cualquier forma que se realice antes de la recepción no atenúa las obligaciones de subsanar o reponer que el Contratista contrae, si las obras o instalaciones resultasen inaceptables parcial o totalmente en el acta del reconocimiento final, pruebas de recepción o plazo de garantía.

## 2 CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

### 2.1 SITUACIÓN Y ALCANCE DE LAS OBRAS DEL PROYECTO

La calidad de las aguas del Mar Menor está sufriendo un continuo deterioro por vertidos de diversa naturaleza, entre los que destacan el vertido de las salmueras de diversas instalaciones de desalación distribuidas por el campo de Cartagena y el retorno de los riegos que se producen en la zona.

Principalmente en la rambla del Albujón aparecen flujos hídricos que se vierten al Mar Menor ligados a la generalización del regadío en la cuenca agrícola del Mar Menor y del uso de abonos y fitosanitarios para la agricultura, provocados por el drenaje del regadío tanto subterráneo como superficial, lo que está produciendo un proceso de eutrofización del Mar Menor, por los altos niveles de nitratos. Dichos vertidos tienen un componente de flujo que circula por la superficie y otro subsuperficial.

El proyecto Colector Vertido Cero al Mar Menor Norte, supone la actuación principal a desarrollar para el objetivo de captar las aguas subsuperficiales procedentes del acuífero Cuaternario antes de que accedan al Mar Menor, para conducirla a la planta de tratamiento de El Mojón donde se tratarán las aguas convenientemente, previo a su reutilización y vertido al mar del rechazo, en condiciones aptas para ello.

El presente Proyecto de Colector Vertido Cero al Mar Menor de aguas depuradas procedentes de las EDAR de Torre-Pacheco y Los Alcázares (TT.MM. Varios. Murcia) supone una actuación complementaria a la principal antes descrita, que por sus características completamente diferentes se ha decidido tratar en proyecto independiente.

Las localidades de San Pedro del Pinatar, Santiago de la Ribera, San Javier y Los Alcázares en el borde marítimo, unidas a las de Dolores, Torre-Pacheco, El Algar y La Unión en el interior del Campo de Cartagena, generan unos vertidos que se depuran en sus estaciones depuradoras de aguas residuales respectivas y cuyo destino teórico final es el Mar Menor.

Proyectadas en algunos casos bajo sistema de lagunaje, en la actualidad están siendo modificadas a nuevas infraestructuras que incluyen, en algún caso, tratamiento terciario.

Algunas de ellas, como San Javier y Los Alcázares, están dotadas de tanques de tormentas, por lo que cuando se produce un episodio pluviológico adverso, son capaces de retener los caudales iniciales transportados por los colectores y emisarios para tratarlos en la EDAR y verterlos una vez depurados, pero, en otros caos, estos tanques de tormentas no existen, por lo que se vierten al Mar Menor también estos caudales sin depurar.

Asimismo, se produciría vertido al Mar Menor de aguas residuales sin tratar en caso de avería o funcionamiento anómalo en alguna de las EDAR citadas que actualmente vierten sus efluentes al Mar Menor.

Por otra parte, como es sabido, tradicionalmente las necesidades de recursos hídricos para la zona regable del campo de Cartagena se abastecen fundamentalmente de 3 fuentes que son, la

asignación del acueducto Tajo-Segura y de la cuenca del Segura, por medio de perforaciones subterráneas del acuífero del Campo de Cartagena y las procedentes de la reutilización de las aguas depuradas de las EDAR.

Habida cuenta de los problemas que han originado en el Mar Menor el empleo de las aguas procedentes de los pozos del acuífero, por su composición salina y con alto nivel de nitratos, esta fuente se ha restringido desde la Administración. Para suplirla se ha buscado como alternativa el agua procedente de las desalinizadoras de agua de mar dispuestas en la margen litoral.

### 2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

En la EDAR de San Javier existe una conducción en impulsión que conecta con la EDAR de San Pedro donde se encuentra el emisario al mar gestionado por ESAMUR.

Dadas las necesidades hídricas para riego y la escasez de agua, toda el agua tratada en las depuradoras de Torre-Pacheco, Los Alcázares y San Javier está concedida a comunidades de regantes para su reutilización, por lo que, actualmente, el agua sobrante neta es nula en estas EDAR en tiempo seco.

En cualquier caso, este proyecto se justifica para dar mayor garantía de respuesta ante episodios de lluvia extremos en los que los tanques de tormentas existentes puedan llegar a su máxima capacidad de almacenamiento, para prever posibles roturas o malfuncionamiento en alguna EDAR y, ante la improbable circunstancia que las comunidades de riego no utilicen las aguas depuradas que tienen concesionadas por alguna circunstancia.

Se contemplan las siguientes actuaciones:

- Nueva conducción de transporte de las aguas tratadas de la EDAR de Torre-Pacheco hasta las proximidades de la EDAR de Los Alcázares con una longitud aproximada de 5.107 m. Esta conducción discurre en todo momento por caminos rurales pertenecientes a la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, caminos de titularidad municipal y terrenos de cultivo. En su trazado es necesario cruzar mediante perforación horizontal las carreteras autonómicas RM-F28, RM-F30 y RM-F35.
- Tramo de conexión de la salida de las aguas tratadas de la EDAR de Los Alcázares con la conducción proyectada anterior procedente de la EDAR de Torre-Pacheco con una longitud aproximada de 89 m. Este tramo ha de cruzar bajo el canal de pluviales que linda con la EDAR.
- Nueva conducción de transporte de las aguas tratadas de la EDAR de Torre-Pacheco y Los Alcázares hasta la conexión con la EDAR de San Javier con una longitud aproximada de 9.256 m. Esta conducción discurre en todo momento por caminos rurales pertenecientes a la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, caminos de titularidad municipal y terrenos de cultivo. En su trazado es necesario cruzar mediante perforación horizontal las carreteras autonómicas RM-F26 y RM-F27; y las de titularidad nacional: la autopista AP-7 Alicante-Cartagena, dos hinca bajo dos ramales del enlace 786 de la misma, la Carretera Nacional N-332, y la Carretera de acceso al Aeropuerto Murcia-San Javier.





- Se han tenido en cuenta los servicios que cruzan las conducciones (conducciones de gas, tuberías de abastecimiento y riego, eléctricos, etc.), modificando la rasante para procurar la mínima afección posible. En este sentido se han tenido en consideración las limitaciones que puedan establecer los explotadores de las infraestructuras de servicio afectadas.

2.4.3 SECCIONES TIPO

Para la ejecución de las conducciones de conexión entre EDAR se han diseñado diferentes tipos de zanjas, dependiendo si las conducciones están bajo camino, bajo calzada, bajo cauce o rambla y sobre terreno de cultivo.

En todos los casos como la profundidad de las zanjas es superior a 1,50 m se ha considerado con taludes verticales y entibación cuajada mediante módulos de blindaje metálico tipo "GIGANT Gi-P".

DIÁMETRO (mm)	MATERIAL	DIÁMETRO NOMINAL	ANCHO DE ZANJA (m)
CONDUCC. Nº1	PVCC	600	1,60
CONDUCC. Nº2	PEAD	900	1,90
CONDUCC. Nº3	PVCC	600	1,60

Tabla 1 .

En relación con las características de la estructura del relleno de la zanja, se aplicarán los siguientes criterios:

Sección tipo nº 1: (Bajo camino pavimentado pavimentada)

Las tuberías irán apoyadas sobre una cama de grava 6/12 de 15 cm de espesor. Una vez colocada la tubería sobre la cama de apoyo, se continuará el relleno de la zanja con grava 6/12 hasta 30 cm por encima de la clave superior, seguidamente se rellenará con material procedente de la excavación hasta dejar un 1 m que se rellenará con zahorra ZA-25, compactada al 98% del P.M., extendidas en tongadas de 20 cm hasta cota de terreno.

Para la reposición del firme se ha diseñado una sub-base de hormigón HM-20 de 20 cm de espesor y una capa de rodadura de MBC AC-22 Surf S de 6 cm de espesor. En la reposición del firme se ha dado un sobreancho de 30 cm en sendos lados.

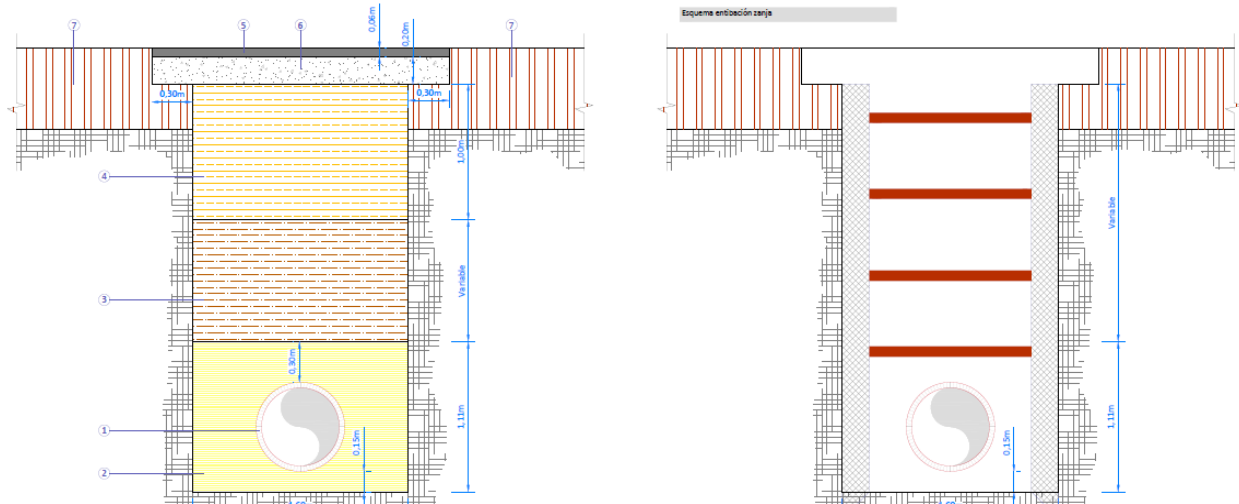


Figura nº 1 Sección tipo 1.

Sección tipo nº 2: (Bajo camino en tierras)

Las tuberías irán apoyadas sobre una cama de grava 6/12 de 15 cm de espesor. Una vez colocada la tubería sobre la cama de apoyo, se continuará el relleno de la zanja con grava 6/12 hasta 30 cm por encima de la clave superior, seguidamente se rellenará con material procedente de la excavación hasta la coronación de la zanja.

Por último, se reperfilará y se extenderá una capa de ZA-25 de 30 cm de espesor para conformar un camino de 4 m con taludes 3H:2V y un bombeo del 2% a dos aguas.

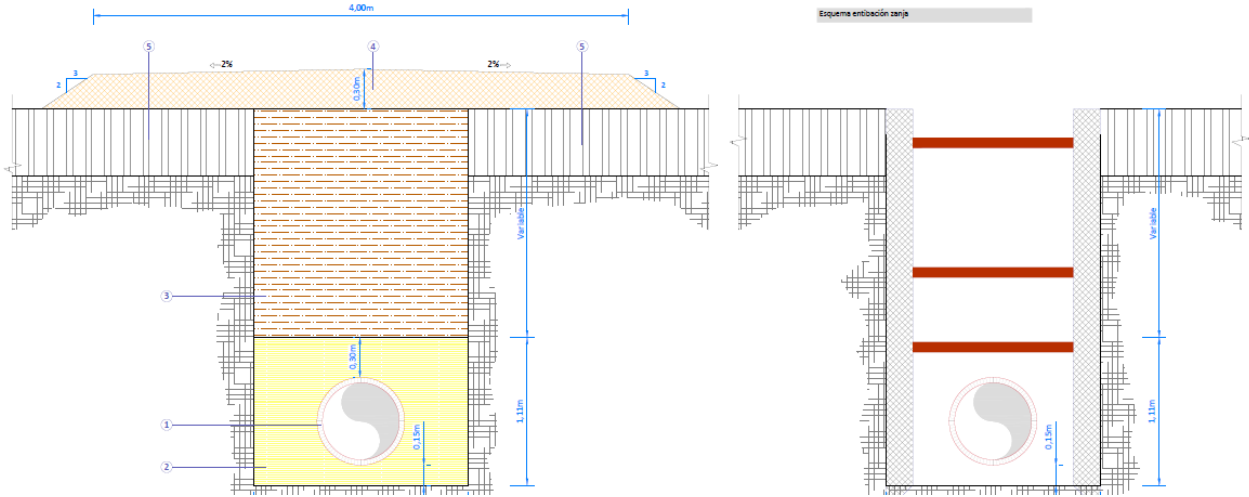


Figura nº 2 Sección tipo 2.

Sección tipo nº 3: (Bajo terreno de cultivo)

En este caso las tuberías irán apoyadas sobre una cama de grava 6/12 de 15 cm de espesor. Una vez colocada la tubería sobre la cama de apoyo, se continuará el relleno de la zanja con

grava 6/12 hasta 30 cm por encima de la clave superior, seguidamente se rellenará con material procedente de la excavación hasta la coronación de la zanja.

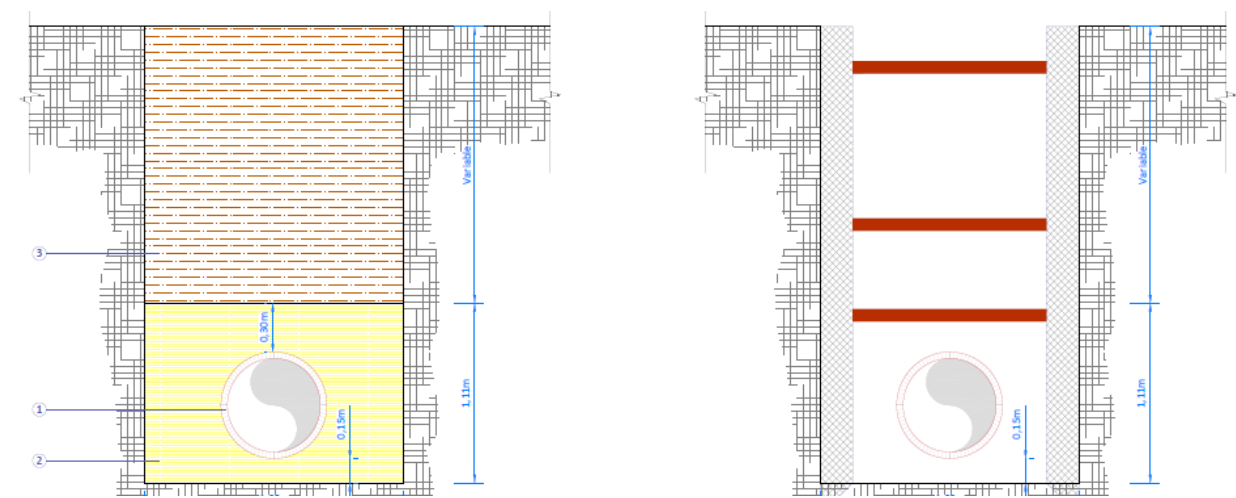


Figura nº 3 Sección tipo 3.

**Sección tipo nº 4: (Bajo cauce o rambla)**

Las tuberías irán apoyadas sobre una cama hormigón HM-20 de 15 cm de espesor. Una vez colocada la tubería sobre la cama de apoyo, se continuará el relleno de la zanja con el mismo material hasta 30 cm por encima de la clave superior, seguidamente se rellenará con escollera de tamaño medio 500 kg entrelazada con HM-20 hasta la coronación de la zanja.

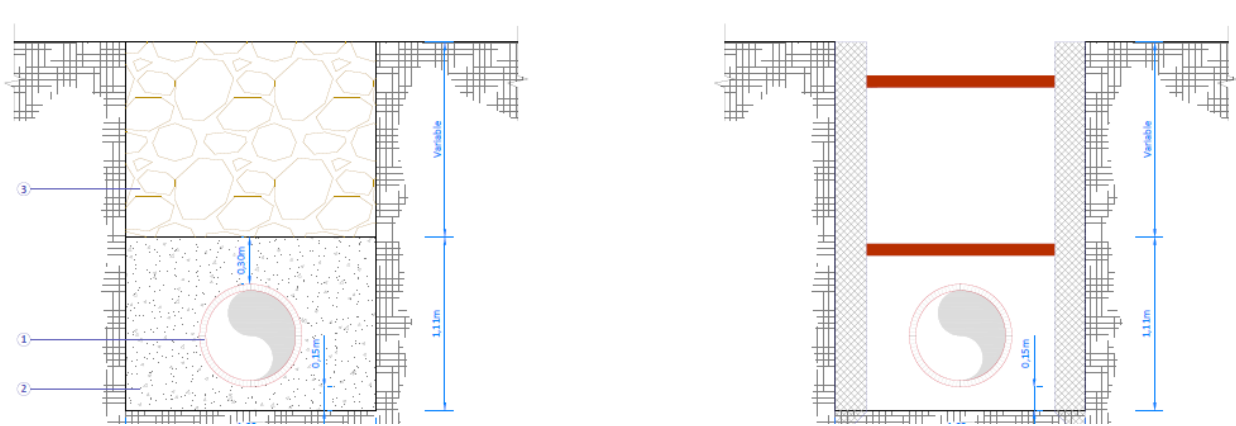


Figura nº 4 Sección tipo 4.

A continuación, se incluye una tabla donde se pueden observar de una manera pormenorizada y por p.k. cada una de las secciones en los colectores diseñados

**Conducción Tramo nº 1**

PK INIC	PK FIN	LONGITUD (M)	SECC TIPO	DESCRIPCIÓN
0+000	0+012	12	ST-1	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO PAVIMENTADO
0+012	0+240	228	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO

PK INIC	PK FIN	LONGITUD (M)	SECC TIPO	DESCRIPCIÓN
0+240	0+250	10	ST-1	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO PAVIMENTADO
0+250	1+755	1505	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO
1+755	1+765	10	ST-1	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO PAVIMENTADO
1+765	1+965	200	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO
1+965	1+975	10	ST-4	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO CRUCE CAUCE
1+975	2+046	71	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO
2+046	2+076	30	ST-0	SECCIÓN TIPO TRAMO EN HINCA
2+076	2+088	12	ST-2	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO EN TIERRAS
2+088	3+780	1692	ST-1	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO PAVIMENTADO
3+780	3+988	208	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO
3+988	4+033	45	ST-1	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO PAVIMENTADO
4+033	4+278	245	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO
4+278	4+353	75	ST-0	SECCIÓN TIPO TRAMO EN HINCA
4+353	4+383	30	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO
4+383	4+438	55	ST-0	SECCIÓN TIPO TRAMO EN HINCA
4+438	4+858	420	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO

**Conducción Tramo nº 2**

PK INIC	PK FIN	LONGITUD (M)	SECC TIPO	DESCRIPCIÓN
0+000	0+128	128	ST-2	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO EN TIERRAS
0+128	0+150	22	ST-4	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO CRUCE CAUCE
0+150	0+215	65	ST-2	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO EN TIERRAS
0+215	0+330	115	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO
0+330	0+514	184	ST-2	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO EN TIERRAS
0+514	1+020	506	ST-1	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO PAVIMENTADO
1+020	1+978	958	ST-2	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO EN TIERRAS
1+978	1+992	14	ST-4	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO CRUCE CAUCE
1+992	2+135	143	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO
2+135	2+575	440	ST-2	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO EN TIERRAS
2+575	3+080	505	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO
3+080	3+105	25	ST-0	SECCIÓN TIPO TRAMO EN HINCA
3+105	4+197	1092	ST-2	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO EN TIERRAS
4+197	4+210	13	ST-4	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO CRUCE CAUCE
4+210	4+657	447	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO
4+657	4+688	31	ST-0	SECCIÓN TIPO TRAMO EN HINCA
4+688	4+838	150	ST-1	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO PAVIMENTADO
4+838	4+910	72	ST-0	SECCIÓN TIPO TRAMO EN HINCA
4+910	5+465	555	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO
5+465	5+570	105	ST-0	SECCIÓN TIPO TRAMO EN HINCA
5+570	5+986	416	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO
5+986	6+010	24	ST-0	SECCIÓN TIPO TRAMO EN HINCA
6+010	6+425	415	ST-1	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO PAVIMENTADO
6+425	7+065	640	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO
7+065	7+410	345	ST-2	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO EN TIERRAS
7+410	7+450	40	ST-1	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO PAVIMENTADO
7+450	8+025	575	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO
8+025	8+067	42	ST-0	SECCIÓN TIPO TRAMO EN HINCA
8+067	8+240	173	ST-2	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO EN TIERRAS
8+240	8+638	398	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO
8+638	8+670	32	ST-2	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO EN TIERRAS
8+670	9+165	495	ST-3	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO TERRENO CULTIVO

Conducción Tramo nº 3

PK INIC	PK FIN	LONGITUD (M)	SECC TIPO	DESCRIPCIÓN
0+000	0+020	20	ST-1	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO PAVIMENTADO
0+020	0+070	50	ST-2	SECCIÓN TIPO ZANJA BAJO CAMINO EN TIERRAS
0+070	0+089	19	ST-4	SECCIÓN TIPO ZANJAS BAJO CRUCE CAUCE

Como se puede apreciar en las tablas anteriores, se ha diseñado una sección tipo denominada ST-0.

2.4.4 ESPECIFICACIONES DE TUBERÍAS

Se adopta como tipología para conducciones nº 1 y 3 la tubería de PVC estructurado, corrugado de doble pared, pared interior lisa y exterior corrugada, rigidez SN8. La unión de los tubos se realizará por medio de una junta elástica.

Para la conducción nº 2 se proyectan con tubería de PEAD Ø900mm PN6, aportando la suficiente rigidez como para garantizar que las cargas gravitatorias debido al paquete de tierras, firme y tren de cargas no producen su deformación tensional.

Se analizará la necesidad de disponer macizos de anclaje en codos, en planta y alzado, y en general donde la geometría de la tubería lo haga necesario.  
Para el cálculo de las tuberías en lámina libre se utiliza la fórmula de Manning, con coeficiente fijo para cualquier calado de 0,01 para las tuberías de PVC. El cálculo de las conducciones en presión se realiza mediante la aplicación de la ecuación de Darcy-Weisbach.

El desarrollo completo de la metodología se hace en el Anejo nº 6: “Cálculos hidráulicos”.

2.4.5 TRAMOS EN HINCA

En la conducción nº 1 y 2 es necesario cruzar varios viales, estos cruces se realizarán mediante hinca.

Las hincas proyectadas para la conducción nº 1, se ejecutará mediante perforación dirigida de tubería chapa de acero de Ø1000 mm con escudo abierto, y para la conducción nº 2 con tubería de hormigón armado de Ø1200 mm con escudo abierto. Este tipo de hincas se caracteriza por la introducción de tubos encamisados o mediante el empuje simultáneo de tubería (auto-encamisadas) y la excavación del frente del terreno, desde un foso de ataque hasta la finalización en un foso de salida.

Será necesario ejecutar la losa de fondo y el muro de empuje de HA en el foso de ataque con carácter previo a la instalación de equipo de hinca (estación hidráulica de empuje, bastidor, cilindros hidráulicos de empuje, escudo de perforación con su herramienta de corte bien con excavadora o rozadora de ataque, etc.).

Las hincas en la conducción nº 1 se han aprovechado la ubicación tanto de los fosos de ataque como los fosos de salida para realizar arquetas, mientras que en la conducción nº2 será retirando y tapando todos los elementos necesarios para el empuje de las hincas.

Las hincas proyectadas son las que a continuación se muestran en la siguiente tabla.

TRAMO	PK INIC	PK FIN	LONG	SECC TIPO	CRUCE
COLECTOR 1	2+046	2+076	30	ST-0	RM-F28
COLECTOR 1	4+278	4+353	75	ST-0	RM-F35
COLECTOR 1	4+383	4+438	55	ST-0	RM-F30
COLECTOR 2	3+080	3+105	25	ST-0	RM-F26
COLECTOR 2	4+657	4+688	31	ST-0	RM-F27
COLECTOR 2	4+838	4+910	72	ST-0	AP-7
COLECTOR 2	5+465	5+570	105	ST-0	RAMALES DE ENLACE AP-7
COLECTOR 2	5+986	6+010	24	ST-0	N-332
COLECTOR 2	8+025	8+067	42	ST-0	CTRA. IRYDA

Entre todas las hincas proyectadas cabe destacar el cruce con la AP-7. Para este tipo de actuaciones no requerirán expropiación, ni servidumbre, pero si un Permiso de la Autoridad Competente.



Figura nº 5: Planta tramo en hinca cruce con AP-7.

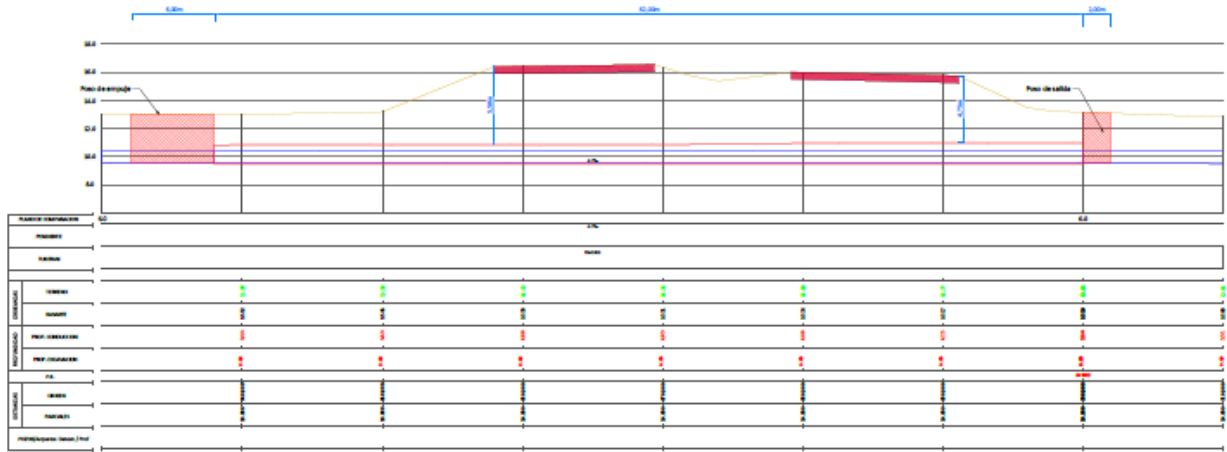


Figura nº 6: Alzado tramo en hinca cruce con AP-7.



### 2.4.6 ARQUETAS

Todas las arquetas proyectadas serán “in situ”, de hormigón armado HA-30/B/20/IV resistente a los sulfatos (cemento SR) de 300 kp/cm<sup>2</sup>, excepto las losas de hormigón que harán de tapadera, las cuales serán HA-35/B/20/IV. Aceros B500S corrugados redondos. El encofrado será fenólico en paramentos verticales, todo ello según planos de arquetas.

Se han proyectado las siguientes arquetas:

- Arqueta de dimensiones 3,0x3,0 m interiores en planta y altura según perfil longitudinal. (Tipo A). En tramo nº1.
- Arqueta de dimensiones 2,5x2,5 m interiores en planta y altura según perfil longitudinal. (Tipo B). En tramo nº1.
- Pozo de registro prefabricados de hormigón, de 1,2 m de diámetro interior y altura según perfil longitudinal. En tramo nº1.
- Arqueta de ventosa de dimensiones 1,7x1,7x1,5 m interiores (Tipo C). En tramo nº2.
- Arqueta de corte, ventosa y desagüe de dimensiones 5,0x4,5 m interiores en planta y altura según perfil longitudinal (Tipo D). En tramo nº2.
- Arqueta desagüe de dimensiones 1,6x2,5 m interiores en planta y altura según perfil longitudinal (Tipo E). En tramo nº2.
- Arqueta de dimensiones 2,5x2,5 m interiores en planta y altura según perfil longitudinal. (Tipo B). En tramo nº3.

Las dimensiones interiores, cotas aproximadas del terreno, características y localización de cada una de las arquetas se recogen en la siguiente tabla:

#### Conducción Tramo nº1

Arqueta	Tipo	PK	Ancho	Largo	Altura	Coord. X	Coord. Y
PT1-1	Inicio	0+000,000	3,00	3,00	3,60	682.332,55	4.177.687,44
PT1-17	Hinca	2+241,900	3,00	3,00	3,77	683.896,06	4.178.189,50
PT1-18	Hinca	2+443,200	3,00	3,00	3,12	683.918,04	4.178.182,60
PT1-32	Hinca	4+355,000	2,50	2,50	3,68	685.696,21	4.178.852,91
PT1-33	Hinca	4+410,000	3,00	3,00	5,43	685.752,53	4.178.819,28
PT1-34	Hinca	4+620,000	2,50	2,50	4,48	685.766,15	4.178.845,32
PT1-35	Hinca	4+866,620	2,50	2,50	3,96	685.791,64	4.178.894,06

#### Conducción Tramo nº2

Arqueta	PK	Ancho	Largo	Altura	Coord. X	Coord. Y
ARQ D1	0+800,000	5,000	4,500	4,92	686.750,61	4.179.599,14
ARQ V1	1+100,000	1,700	1,700	1,50	686.984,86	4.179.635,30

Arqueta	PK	Ancho	Largo	Altura	Coord. X	Coord. Y
ARQ V2	1+600,000	1,700	1,700	1,50	687.169,09	4.180.076,71
ARQ V3	2+100,000	1,700	1,700	1,50	687.498,54	4.180.450,21
ARQ D2	2+500,000	5,000	4,500	3,70	687.705,82	4.180.698,82
ARQ V4	2+850,000	1,700	1,700	1,50	687.948,41	4.180.904,43
ARQ V5	3+200,000	1,700	1,700	1,50	688.129,01	4.181.145,62
ARQ V6	3+700,000	1,700	1,700	1,50	688.413,90	4.181.470,13
ARQ D3	4+200,000	5,000	4,500	3,35	688.834,41	4.181.740,27
ARQ V7	4+700,000	1,700	1,700	1,50	689.215,51	4.181.870,53
ARQ D4	5+300,000	5,000	4,500	4,10	689.641,45	4.182.076,37
ARQ V8	5+800,000	1,700	1,700	1,50	689.917,86	4.182.351,26
ARQ D5	6+300,000	5,000	4,500	5,37	690.206,70	4.182.376,14
ARQ V9	6+800,000	1,700	1,700	1,50	690.545,39	4.182.562,06
ARQ D6	7+300,000	5,000	4,500	4,10	690.884,57	4.182.929,41
ARQ V10	7+800,000	1,700	1,700	1,50	691.230,77	4.183.237,13
ARQ D7	8+300,000	5,000	4,500	3,48	691.612,95	4.183.446,20
ARQ V11	8+800,000	1,700	1,700	1,50	691.800,94	4.183.868,72
ARQ D8	9+217,000	1,600	2,500	5,36	692.001,00	4.184.163,11

#### Conducción Tramo nº3

Arqueta	PK	Ancho	Largo	Altura	Coord. X	Coord. Y
PT1-38	0+089,400	2,50	2,50	3,00	686.235,02	4.179.330,72

En todas las arquetas el espesor de los paramentos verticales será de 0,30 m, el espesor de la solera será de 0,40 m, excepto para las arquetas de ventosa en el colector 2 que los paramentos verticales serán de 0,25 m y la solera de 0,30 m. Contarán con una cama de hormigón de regularización HM-20/B/20/I 0,10 m. Las juntas de hormigonado se tratarán con resina epoxi para evitar filtraciones.

Las cubiertas de las arquetas serán, de 35 cm de espesor las correspondientes a las arquetas tipo A, B y C, y de 30 cm el resto, ejecutadas a ras de suelo y serán capaces de resistir esfuerzos de tráfico rodado. Se diseñarán apoyadas a los muros y con cuatro argollas para poder facilitar el izado en operaciones de mantenimiento. Se dispondrá de tapa de registro articulada de fundición dúctil ø 600 mm con cierre mecánico.

En todas las arquetas se instalarán de pates de polipropileno reforzado cada 0,30 m y de 40 cm de ancho, para acceder al fondo de la arqueta. Aquellas arquetas cuya profundidad sea superior a 4,0 m dispondrán de una plataforma intermedia para la bajada en dos partes. La armadura dispuesta para los alzados será la siguiente:

- Trasdós:  
12 c/15 en vertical y Ø10 c/15 en horizontal.
- Intradós:

Ø10 c/15 en vertical y Ø12 c/15 en horizontal.

Para la solera será de Ø12/0,15 m y para la cubierta variará según tipología. Todo ello descrito detalladamente en el Anejo nº18 “Cálculo de estructuras”.

Durante la ejecución de todas las arquetas descritas en el presente proyecto, se tendrán en cuenta los pasamuros para las tuberías correspondientes, cuyas dimensiones y colocación vienen definidas en el Documento nº 2: “Planos”.

Todos los codos y "tes" de derivación irán con piezas de calderería, las cuales para soportar el correspondiente empuje, deberán ir correctamente ancladas mediante hormigón en masa HM-20/P/20 o perfilaría metálica, ejecutado según dimensiones y especificaciones definidas en los Documentos nº 2 “Planos” y nº 3 “Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares”, y siempre siguiendo las pautas marcadas desde la Dirección Técnica de las obras en cuanto a la ejecución de los mismos.

2.4.7 POZOS DE REGISTRO

Además de estas arquetas se han diseñado pozos de registro a lo largo del trazado del tramo nº1, y nº3, tanto para permitir giros, como para registrar tramos rectos de las conducciones. Estos serán prefabricados de hormigón armado con junta elástica de goma resistente a los de 1,20 m. de diámetro interior, de altura según perfil longitudinal y 0,16 m. de espesor. La altura y numeración de los pozos de registro es la siguiente:

DEF. GEOMÉTRICA POZOS DE REGISTRO TRAMOS Nº1 Y Nº3			
DENOM. POZO	H (m)	DENOM. POZO	H (m)
PT1-2	3,03m	PT1-21	3,73m
PT1-3	3,87m	PT1-22	3,88m
PT1-4	3,07m	PT1-23	3,84m
PT1-5	3,07m	PT1-24	3,96m
PT1-6	3,29m	PT1-25	3,70m
PT1-7	3,55m	PT1-26	3,46m
PT1-8	3,90m	PT1-27	3,74m
PT1-9	3,60m	PT1-28	4,18m
PT1-10	3,65m	PT1-29	4,51m
PT1-11	3,08m	PT1-30	4,05m
PT1-12	3,00m	PT1-31	3,56m
PT1-13	2,91m	PT1-36	4,04m
PT1-14	3,59m	PT1-37	3,50m
PT1-15	3,53m	PT3-1	2,53m
PT1-16	3,57m	PT3-2	3,51m
PT1-19	2,54m	PT3-3	2,65m
PT1-20	3,40m		

3 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

La justificación de los precios utilizados para confeccionar los presupuestos se incluye en el Anejo nº 16 de Justificación de precios. Los criterios que han servido de base para su elaboración han sido los costes reales de mercado, los rendimientos medios obtenidos de trabajos similares, los costes unitarios de los materiales a pie de obra, los costes horarios de la maquinaria, etc.

La composición de los precios se ha obtenido sumando los costes directos y costes indirectos, considerando para este último un valor del 6%.

4 CAPITULO III: PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: MATERIALES

4.1 CONDICIONES TÉCNICAS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES

4.1.1 CONDICIONES GENERALES

Será de aplicación lo dispuesto en las cláusulas 34 a 42 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado (en adelante "P.C.A.G.") referentes a:

- Nº 34: Procedencia de los materiales naturales.
- Nº 35: Aprovechamiento de materiales.
- Nº 36: Materiales procedentes de excavaciones o demoliciones en la propia obra.
- Nº 37: Productos industriales de empleo en la obra
- Nº 38: Ensayos y análisis de los materiales y unidades de obra.
- Nº 39: Instrucciones y Normas de Obligado Cumplimiento en la materia.
- Nº 40: Almacenes.
- Nº 41: Recepción y recusación de materiales.
- Nº 42: Retirada de materiales no empleados en la obra.

4.1.2 PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES

La empresa adjudicataria tiene libertad para obtener los materiales naturales que las obras precisen de los puntos que tenga por conveniente, siempre que los mismos reúnan las condiciones exigidas en el pliego de prescripciones técnicas del contrato.

No se procederá al empleo de cualquiera de los materiales que integran las unidades de obra sin que antes sean examinados y aceptados por el Director de la Obra, salvo lo que disponga en contrario el presente Pliego.

La empresa adjudicataria notificará al Director, con suficiente antelación, las procedencias de los materiales que se propone utilizar, aportando, cuando así lo solicite el citado Director, las muestras y los datos necesarios para demostrar la posibilidad de aceptación, tanto en lo que se refiere a su calidad como a su cantidad.

Los materiales que se proponen para ser utilizados en las obras de este proyecto tendrán que:

- Ajustarse a las especificaciones del presente Pliego

- Ser examinados y aceptados por la Dirección facultativa. La aceptación, en primer lugar, no presupone ser la definitiva, la cual queda supeditada a la ausencia de defectos de calidad o de uniformidad, considerados en el conjunto de la obra.

La aceptación o el rechazo de los materiales es competencia de la Dirección facultativa, que establecerá sus criterios de acuerdo con las Normas y las finalidades del Proyecto.

Será considerada no aceptable la obra o parte de la obra que haya sido realizada con materiales no ensayados o no aprobados previamente por el Director facultativo.

Los materiales rechazados serán retirados de la obra, excepto autorización expresa de la Dirección facultativa.

#### 4.1.3 MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO

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

#### 4.1.4 MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN ESTE PLIEGO

Los materiales que hayan de emplearse en obra sin que se hayan especificado en el presente Pliego, deberán someterse a la aprobación del Director de Obra, que podrá admitirlos o rechazarlos, según reúnan o no las condiciones que sean exigibles para los mismos, sin que la empresa adjudicataria de las obras tenga derecho a reclamación alguna.

#### 4.1.5 MATERIALES Y OTROS ELEMENTOS QUE NO REÚNAN LAS CONDICIONES EXIGIDAS

La Dirección de Obra podrá rechazar aquellos materiales que no reúnan la calidad y condiciones adecuadas para el fin al que han de ser destinados.

#### 4.1.6 TRANSPORTE Y ACOPIOS

##### **ACOPIOS**

Queda terminantemente prohibido efectuar acopios de materiales, cualquiera que sea su naturaleza, sin haber solicitado previamente autorización al Director de Obra, sobre el lugar a efectuar dichos acopios y el motivo que lo justifique.

Los materiales se acopiarán en forma tal, que se asegure la preservación de su calidad para su utilización en obra, y de la forma en que el Director de Obra prescriba. Los costes de acopio y estiba de los materiales acopiados están incluidos dentro de los precios de las unidades afectadas, no siendo por tanto de abono a la empresa adjudicataria de forma separada.

Los daños que pudieran derivarse de la ocupación de terrenos, así como de los cánones que pudieran solicitarse por los propietarios de los mismos, al ser utilizados como lugares de acopio, serán a cargo de la empresa adjudicataria no responsabilizándose la Propiedad ni del abono de dichos cánones ni de los daños que pudieran derivarse de su uso.

No se deberán realizar acopios de ningún tipo de material en los terrenos considerados de alta vulnerabilidad.

Los materiales se almacenarán, cuando sea preciso, de forma que quede asegurada su idoneidad para el empleo y sea posible una inspección en cualquier momento.

##### **TRANSPORTE**

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

Se hará de forma que no queden alteradas sus características, ni sufran deterioro sus formas o dimensiones.

#### 4.2 CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

##### 4.2.1 PRESENTACIÓN PREVIA DE MUESTRAS

La empresa adjudicataria es responsable de la calidad de las obras que ejecuta.

Antes del comienzo de las obras, la empresa adjudicataria someterá a la aprobación de la Propiedad el Plan de Autocontrol de la Calidad (PAC) que haya previsto, con especificación detallada de los medios humanos y materiales que se compromete a utilizar durante el desarrollo de las obras para este fin.

En este Plan, que se redactará respetando los requisitos de las Normas ISO 9001 y 14001, se definirá el alcance en cuanto a controles de plantas y de suministros, así como el tipo e intensidad de ensayos de control de calidad a realizar en todas las unidades de obra susceptibles de ello.

El Plan de Autocontrol (PAC) deberá indicar el proceso de generación de no conformidades y su cierre. Se debe hacer una mención expresa a la ISO 9001. Asimismo, se recogerán en el PAC los ensayos y demás verificaciones que garanticen la calidad idónea de los suministros.

La empresa adjudicataria se comprometerá con este Plan a la realización de ensayos suficientes para poder garantizar la calidad exigida.

La empresa adjudicataria tendrá que permitir a la Dirección facultativa y a sus delegados la inspección de los materiales y la realización de todas las pruebas y ensayos que la Dirección considere necesarios.

##### 4.2.2 ENSAYOS

Los ensayos se efectuarán y supervisarán con arreglo a las Normas UNE y demás Normativa Técnica en vigor, por Laboratorios de Obras homologados.

Los resultados de todos estos ensayos, serán puestos en conocimiento de la Dirección de Obra, inmediatamente después de su obtención en impresos normalizados que deberán ser propuestos por la empresa adjudicataria en el Plan de Autocontrol.

El tipo y número de ensayos a realizar durante la ejecución de las obras, tanto a la recepción de materiales como en el control de la fabricación y puesta en obra, están recogidos en el Anejo Nº 23 Control de calidad, según la Normativa en vigor.

Inexorablemente, comprenderá la realización de ensayos de compactación de rellenos así como los ensayos previos que justifiquen la adecuada calidad de los materiales de los mismos (sean del emplazamiento, de la traza o de préstamos) con una intensidad suficiente para poder garantizar en todas y cada una de las tongadas el cumplimiento de las condiciones exigidas en las especificaciones de este Pliego, sin tener que recurrirse necesariamente al control que realice por su cuenta la Dirección de Obra.

El mismo alto nivel de intensidad deberá ser contemplado por la empresa adjudicataria en su Plan de Autocontrol en lo relativo a los hormigones, determinando consistencias y rompiendo probetas en diversos plazos para poder determinar, en cada uno de los elementos ejecutados, el cumplimiento de las exigencias del Proyecto. Dicho nivel de intensidad se mantendrá también en el control de calidad del material de las barras de acero corrugado y de cualquier elemento metálico.

El mismo alto nivel de intensidad deberá ser contemplado por la empresa adjudicataria en su Plan de Autocontrol en lo relativo al control de la ejecución de la puesta en obra de las tuberías, válvulas y equipos y sus juntas o soldadura, garantizándose el cumplimiento de las exigencias del Proyecto.

En las demás unidades de obra, la empresa adjudicataria se comprometerá con este Plan a la realización de ensayos suficientes para poder garantizar la calidad exigida.

La Dirección de Obra podrá ordenar que se verifiquen los ensayos, pruebas y análisis de materiales y unidades de obra que en cada caso resulten pertinentes, así como ordenar los ensayos que considere pertinentes.

La Dirección de Obra tendrá acceso directo a la ejecución de cualquier ensayo y a la obtención sin demora de sus resultados de la empresa adjudicataria. Igualmente podrá entrar en contacto directo con el personal que la empresa adjudicataria empleará en su autocontrol con dedicación exclusiva y cuya relación, será recogida en el Plan de Autocontrol incluyendo sus respectivos "Curriculum Vitae" y experiencias en actividades similares.

#### 4.2.3 GASTOS DE LOS ENSAYOS

Serán de cuenta de la empresa adjudicataria todos los gastos originados por los ensayos de materiales y de control y pruebas de ejecución de las obras y equipos que se especifican en este Pliego, hasta un máximo de 1% del Presupuesto Base de Licitación.

Los gastos que se originan por la toma y transporte de muestra y por los ensayos y análisis de éstas, que sean ordenados por el Director de Obra, se abonarán de acuerdo con la cláusula 38 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, en las obras para la Administración y de conformidad con lo que establezca el contrato, en las obras para particulares.

Los ensayos o reconocimientos verificados durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales, piezas o unidades de obra en cualquier forma que se realice antes de la recepción no atenúa las obligaciones de subsanar o reponer que la empresa adjudicataria contrae, si las obras o instalaciones resultasen inaceptables parcial o totalmente en el acta del reconocimiento final, pruebas de recepción o plazo de garantía.

### 4.3 MATERIAL PARA LA FORMACIÓN DE LA CAMA DE ASIENTO DE LAS TUBERÍAS

Los tubos no se apoyarán directamente sobre la rasante de la zanja, sino sobre camas o lechos, normalmente de arena, los cuales han de tener un espesor mínimo bajo la generatriz inferior del tubo de 10 cm.

#### 4.3.1 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Con carácter general se recomienda que la arena a emplear en las camas de apoyo sea no plástica, exenta de materias orgánicas y con un tamaño máximo de 4 mm, pudiendo utilizarse arenas gruesas o gravas preferentemente rodadas, con granulometrías tales que, en cualquier caso, el material empleado sea autoestable (condición de filtro y de dren).

#### 4.3.2 CONTROL DE CALIDAD

Los ensayos a realizar:

- NTL-150- 151: Análisis Granulométrico de áridos gruesos y finos.
- UNE 103101: Análisis granulométrico de suelos por tamizado.

### 4.4 RELLENO DE POZOS Y ZANJAS

Los materiales a emplear en el relleno de pozos y zanjas estarán exentos de material vegetal y cuyo contenido en materia orgánica sea inferior al dos por ciento (2%) en peso. En general, se obtendrán de las excavaciones realizadas en la propia obra o en préstamos adecuados que cumplan las condiciones exigidas.

La tierra vegetal extraída de la excavación se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Tanto las rocas o bolos de piedra que aparezcan, como los caballeros que se formen, deberán eliminarse.

El material excavado no se podrá colocar de forma que presente un peligro para construcciones, por presión directa o por sobrecarga de los rellenos antiguos.

Se realizarán los ensayos de compactación de rellenos, así como los ensayos previos que justifiquen la adecuada calidad de los materiales de los mismos de forma que se garantice el cumplimiento de las condiciones exigidas en las especificaciones de este Pliego.

#### 4.5 TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS

La procedencia de los materiales podrá ser de los desmontes y excavaciones previa separación y retirada de la cobertura de tierra de labor.

Los materiales a emplear serán suelos o materiales que se obtengan de la excavación realizada en obra, si se cumplen las condiciones que seguidamente se detallan, o de los préstamos que se autoricen por la Dirección de Obra.

Atendiendo a su posterior utilización en terraplenes, los suelos excavados se clasificarán, según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75) en los tipos siguientes:

- Suelos seleccionados

Se considerarán como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento (MO < 0,2 %), según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento (SS < 0,2 %), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros (Dmax ≤ 100 mm).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento (# 0,40 ≤ 15 %) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
  - Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento (# 2 < 80 %).
  - Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento (# 0,40 < 75 %).
  - Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento (# 0,080 < 25 %).
  - Límite líquido menor de treinta (LL < 30), según UNE 103103.
  - Índice de plasticidad menor de diez (IP < 10), según UNE 103103 y UNE 103104.

- Suelos adecuados:

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

- Contenido en materia orgánica inferior al uno por ciento (MO < 1 %), según UNE 103204.

- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento (SS < 0,2 %), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros (Dmax ≤ 100 mm).
- Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento (# 2 < 80 %).
- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al treinta y cinco por ciento (# 0,080 < 35 %).
- Límite líquido inferior a cuarenta (LL < 40), según UNE 103103.
- Si el límite líquido es superior a treinta (LL > 30) el índice de plasticidad será superior a cuatro (IP > 4), según UNE 103103 y UNE 103104.

- Suelos tolerables:

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

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento (MO < 2 %), según UNE 103204.
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento (yeso < 5 %), según NLT 115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento (SS < 1 %), según NLT-114.
- Límite líquido inferior a sesenta y cinco (LL < 65), según UNE 103103.
- Si el límite líquido es superior a cuarenta (LL > 40) el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido (IP > 0,73 (LL-20)).
- Asiento en ensayo de colapso inferior al uno por ciento (1 %), según NLT-254, para muestra remodelada según el ensayo Próctor normal UNE 103500, y presión de ensayo de dos décimas de megapascal (0,2 MPa).
- Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al tres por ciento (3 %), para muestra remodelada según el ensayo Proctor normal UNE 103500.

- Suelos inadecuados:

Se considerarán suelos inadecuados:

- Los que no se puedan incluir en las categorías anteriores.
- Las turbas y otros suelos que contengan materiales perecederos u orgánicos tales como tocones, ramas, etc.
- Los que puedan resultar insalubres para las actividades que sobre los mismos se desarrollen.

#### 4.6 ESCOLLERA DE PIEDRAS SUELTAS

Se empleará en la solera de entrada y salida de las obras de drenaje transversal.

##### 4.6.1 DEFINICION

Esta unidad consiste en la extensión por vertido de un conjunto, en general en forma de manto o repié, de piedras relativamente grandes procedentes de excavaciones en roca, sobre un talud preparado, formando una capa compacta, bien graduada y con un mínimo de huecos.

Su ejecución comprende normalmente las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de apoyo de la escollera.
- Colocación de una capa filtro.
- Excavación, carga y transporte del material pétreo que constituye la escollera.
- Vertido y colocación del material.

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

#### 4.6.2 MATERIALES

Esta unidad consiste en la extensión por vertido de un conjunto, en general en forma de manto o repié, de piedras relativamente grandes procedentes de excavaciones en roca, sobre un talud preparado, formando una capa compacta, bien graduada y con un mínimo de huecos.

Su ejecución comprende normalmente las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de apoyo de la escollera.
- Colocación de una capa filtro.
- Excavación, carga y transporte del material pétreo que constituye la escollera.
- Vertido y colocación del material.

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

#### **MATERIALES PARA ESCOLLERA**

##### **PROCEDENCIA**

Los materiales pétreos a emplear procederán de la excavación de la explanación, también podrán proceder de préstamos. En cualquier caso, las piedras a utilizar deberán tener la superficie rugosa. No se admitirán piedras o bloques redondeados, salvo indicación en contra del Proyecto y tan sólo cuando la misión de la escollera sea la protección del talud frente a la meteorización.

Las zonas concretas a excavar para la obtención de materiales serán las indicadas por el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

##### **CALIDAD DE LA ROCA**

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

Se consideran rocas estables aquellas que según NLT 255 sumergidas en agua durante veinticuatro horas (24 h), con tamaños representativos de los de puesta en obra, no manifiestan fisuración alguna, y la pérdida de peso que sufren es igual o inferior al dos por ciento (2%).

También podrán utilizarse ensayos de ciclos de humedad-sequedad según NLT 260 para calificar la estabilidad de estas rocas, si así lo autoriza el Director de las Obras.

La densidad aparente seca mínima de la piedra será de dos mil quinientos kilogramos por metro cúbico (2.500 kg/m<sup>3</sup>).

La absorción de agua según UNE 83134 será inferior al dos por ciento (2%).

El Director de las Obras tendrá facultad para rechazar materiales para escollera cuando así lo aconseje la experiencia local.

El coeficiente de desgaste de Los Ángeles, determinado según UNE EN 1097-2, será inferior a cincuenta (50).

#### **GRANULOMETRÍA**

El peso de cada una de las piedras que forman la escollera podrá variar entre diez kilogramos (10 kg) y doscientos kilogramos (200 kg). Además, la cantidad de piedras de peso inferior a cien kilogramos (100 kg), será menor del veinticinco por ciento (25%) en peso.

Las condiciones anteriores corresponden al material colocado. Las granulometrías obtenidas en cualquier otro momento de la ejecución sólo tendrán valor orientativo, debido a las segregaciones y alteraciones que puedan producirse en el material durante la construcción.

El Proyecto o, en su defecto el Director de las Obras, podrá admitir tamaños máximos superiores.

#### **FORMA DE LAS PARTÍCULAS**

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

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

Donde:

- L (longitud) = Separación máxima entre dos (2) planos paralelos tangentes al bloque.
- G (grosor) = Diámetro del agujero circular mínimo por el que puede atravesar el bloque.
- E (espesor) = Separación mínima entre dos (2) planos paralelos tangentes al bloque.

Los valores de L, G y E, se pueden determinar en forma aproximada y no deben ser medidos necesariamente en tres (3) direcciones perpendiculares entre sí.

Cuando el contenido en peso de partículas de forma inadecuada sea igual o superior al treinta por ciento (30%) sólo se podrá utilizar este material cuando se realice un estudio especial, firmado por técnico competente y aprobado por el Director de las Obras, que garantice un comportamiento aceptable.

## **MATERIALES PARA LA CAPA FILTRO**

El filtro puede estar constituido por material granular o por geotextil.

El filtro de material granular consistirá en una o más capas de dicho material, permeable y bien graduado, formado por grava y arena. El cien por cien (100%) del material pasará por el tamiz 40 UNE. El espesor de la capa de filtro será el definido en Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Si se disponen geotextiles como capa filtro de la escollera se estará a lo dispuesto en los artículos 290, "Geotextiles" y 422, "Geotextiles como elemento de separación y filtro" de este Pliego y se tendrá en cuenta la posibilidad de punzonamiento, para evitar lo cual se adoptarán las medidas oportunas que indique el Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras e incluso, si fuera necesario, se interpondrá una capa de material de granulometría intermedia.

### **4.6.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

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

Las zanjas de cimentación y demás excavaciones necesarias deberán realizarse por el Contratista de acuerdo con el Proyecto y las prescripciones del Director de las Obras.

Los taludes a ser protegidos por la escollera deberán presentar una superficie regular, y estar libres de materiales blandos, restos vegetales y otros materiales indeseados.

Se dispondrá una capa filtro sobre la superficie preparada del talud, cuidando de que no se produzca la segregación del material. Se podrá prescindir de la capa filtro cuando así lo exprese el Proyecto, atendiendo a que la escollera tenga como única misión la protección del talud frente a la meteorización y no sean de prever flujos de agua.

Si el Proyecto especifica la disposición de un filtro geotextil, éste deberá desenrollarse directamente sobre la superficie preparada. Los solapes serán de al menos treinta centímetros (30 cm). Los geotextiles se solaparán de forma que el situado aguas arriba se apoye sobre el de aguas abajo. En aplicaciones bajo el agua, el geotextil y el material de relleno, se situarán el mismo día. El relleno se iniciará en el pie, progresando hacia la zona alta del talud. El geotextil se anclará al terreno mediante dispositivos aprobados por el Director de las Obras. En todo caso el tipo de geotextil será el especificado por el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

La piedra se colocará de forma que se obtengan las secciones transversales indicadas en el Proyecto. No se admitirán procedimientos de puesta en obra que provoquen segregaciones en la escollera, ni daño al talud, capa de filtro o geotextil. La escollera no se verterá sobre los geotextiles desde una altura superior a treinta centímetros (30 cm). Cualquier geotextil dañado durante estas operaciones, será reparado o sustituido a costa del Contratista.

El frente de la escollera será uniforme y carecerá de lomos o depresiones, sin piedras que sobresalgan o formen cavidades respecto de la superficie general.

## **4.7 MORTEROS**

El cemento, agua, materiales de adición y árido fino han de cumplir lo especificado en el Artículo 611 del PG3.

Para su empleo en las distintas clases de obra, se utilizarán los siguientes morteros:

- Mortero de cemento 1/1.
- Mortero de cemento 1/2.
- Mortero de cemento 1/3.
- Mortero de cemento 1/4.
- Mortero de cemento 1/5.
- Mortero de cemento impermeabilizante 1/6.

### **NORMATIVA**

- UNE-EN 934: Aditivos para hormigones, morteros y pastas.
- UNE-EN 998-1:2010: Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: Morteros para revoco y enlucido.
- UNE-EN 13139:2003: Áridos para morteros.

## **4.8 HORMIGÓN**

Se definen como hormigones, los materiales formados por mezcla de cemento, árido grueso, árido fino y agua, con o sin la incorporación de aditivos o adiciones, que desarrolla sus propiedades por endurecimiento de la pasta de cemento (cemento y agua). Los hormigones cumplirán las condiciones exigidas en la "Instrucción de Hormigón Estructural EHE" y en el artículo 610 del PG-3.

### **4.8.1 NORMAS DEL PRODUCTO**

- Artículos 610 "Hormigones" y 630 "Obras de hormigón en masa o armado" del PG3.
- Instrucción de recepción de cementos. (RC-08).
- O.C. 5/2001 sobre riegos auxiliares, mezclas bituminosas y pavimentos de hormigón.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción (RB-90). Orden de 4-7-90 B.O.E. 11-7-90.
- CEB. Recomendaciones internacionales unificadas en el cálculo y ejecución de obras de hormigón.

### **4.8.2 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES**

Los materiales componentes del hormigón son los siguientes:

- «Cementos».
- «Agua a emplear en morteros y hormigones».
- «Aditivos a emplear en morteros y hormigones».

- «Áridos».

## **CEMENTO**

Los cementos empleados para la ejecución de lo hormigones cumplirán:

- CEM I: Cemento Pórtland.
- Resistencia: 32,5 N/mm<sup>2</sup>.
- N: Resistencia inicial normal.
- Norma UNE-EN 197: Cementos comunes.
- Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08)
- Artículo 26 del EHE-08.

Además, deberán cumplir el Artículo 202 del PG3 en cuanto:

- Transporte y almacenamiento: Punto 3 del PG3.
- Suministro e identificación: Punto 4 del PG3.
- Control de calidad: Punto 5 del PG3.

Cuando se prevea que puede presentarse el fenómeno del falso fraguado, deberá comprobarse, con anterioridad al empleo del cemento, que éste no presenta tendencia a experimentar dicho fenómeno, realizándose esta determinación según UNE 80114:96.

## **AGUA**

Se denomina agua para emplear en el amasado o en el curado de morteros y hormigones, tanto a la natural como a la depurada, sea o no potable, que cumpla los requisitos que se señalan en el apartado 280 del PG.3.

Será de aplicación las prescripciones del artículo 27 de la vigente «Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)».

## **ADITIVOS**

Se denominan aditivos a emplear en morteros y hormigones a aquellos productos que, incorporados al mortero u hormigón en una cantidad igual o menor al cinco por ciento (5%) del peso del cemento, antes del amasado, durante el mismo y/o posteriormente en el transcurso de un amasado suplementario, producen las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características, o de su comportamiento, en estado fresco y/o endurecido.

Los aditivos cumplirán los requisitos que se señalan en el apartado 281 del PG.3.

En los documentos del Proyecto figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la Norma UNE EN 934.

No se podrá utilizar ningún tipo de aditivo modificador de las propiedades de morteros y hormigones, sin la aprobación previa y expresa del Director de las Obras.

Será de aplicación las prescripciones del artículo 29 de la vigente «Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)».

El aditivo dispondrá de una consistencia tal que su mezcla sea uniforme y homogénea en la masa del mortero y hormigón. La dosificación del aditivo pulverulento se realizará medido en peso, y la del aditivo en pasta o líquido se podrá hacer en peso o en volumen. En el primer caso, se deberá expresar en tanto por ciento (%) o en tanto por mil (‰) con relación al peso del cemento, y en el segundo caso, en centímetros cúbicos de aditivo por kilogramo de cemento (cm<sup>3</sup> /kg). En este último caso, se deberá indicar también la equivalencia de dosificación del aditivo expresada en porcentaje con relación al peso del cemento. En cualquier caso, la tolerancia será del cinco por ciento (5%) en más o en menos del peso o volumen requeridos. En el caso de aditivos que modifican el contenido de aire o de otros gases, se cumplirán las condiciones de ejecución siguientes:

- En ningún caso, la proporción de aireante excederá del cuatro por ciento (4%) en peso del cemento utilizado en el hormigón.
- No se emplearán agentes aireantes con hormigones muy fluidos.
- La proporción de aire se controlará de manera regular en obra, según la Norma UNE 12350: “Ensayos de hormigón fresco”
- No podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes en elementos pretensados mediante armaduras ancladas por adherencia.

En el caso de los aditivos reductores de agua/plastificantes o reductores de agua de alta actividad/superfluidificantes, para determinar el tiempo de fraguado, se realizará un ensayo según la Norma UNE EN 480. Los reductores de agua/plastificantes o reductores de agua de alta actividad/superfluidificantes, serán solubles en agua; excepcionalmente, determinados productos pueden formar una dispersión estable. Estos aditivos se deberán incorporar al mortero y hormigón, mezclados con toda o parte del agua necesaria para el amasado. En elementos de hormigón armado no podrán usarse como aditivos el cloruro cálcico, ni en general, productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras. En el caso en que se utilice cloruro cálcico como aditivo acelerador de fraguado o endurecimiento de hormigones en masa, su proporción no deberá ser superior al dos por ciento (2%) del peso de cemento. Podrá suministrarse en forma de escamas o granulado. Deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- La composición química, expresada en tanto por ciento (%) en peso, del producto en forma granulada será:
- Cloruro cálcico: >94,0.
- Total, de cloruros alcalinos: <5,0.
- Impurezas, incluyendo cloruro magnésico y agua: <1,0.
- La composición química, expresada en tanto por ciento (%) en peso, del producto en forma de escamas será:
- Cloruro cálcico: >77,0.
- Total, de cloruros alcalinos: <2,0.
- Impurezas: <5,0.
- Magnesio, expresado en cloruro magnésico:<2,0.



- Agua: <10,5.

ÁRIDOS

Será de aplicación las prescripciones del artículo 28 de la vigente «Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)».

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Como áridos para la fabricación de hormigones podrán emplearse las arenas o gravas existentes en yacimientos naturales y/o las procedentes de rocas machacadas.

En cualquier caso, el suministro de áridos garantizará documentalmente el cumplimiento de las especificaciones que se indican en las prescripciones y ensayos, hasta la recepción de estos.

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

Se determina tamaño máximo D de un árido, la mínima abertura de tamiz UNE EN 933 por el que pase más del 90% en peso (% desclasificador superiores a D menor que el 10%), cuando además pase el total por el tamiz de abertura doble (% desclasificador superiores a 2D igual al 0%). Se denomina tamaño mínimo d de un árido, la máxima abertura de tamiza UNE EN-933 por el que pase menos del 10% en peso (% desclasificados inferiores a d menor que el 10%). Véase en tabla.

Desclasificados superiores		Desclasificados inferiores
(% retenido, en peso)		(% que pasa, en peso)
Tamiz 2D	Tamiz D	Tamiz d
0%	< 10%	< 10%

Se entiende por arena o árido fino, el árido o fracción del mismo que pasa por un tamiz de 4 mm de luz de malla (UNE EN 933-2:96); por grava o árido grueso, el que resulta retenido por dicho tamiz, y por árido total (o simplemente árido cuando no haya lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

El tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:

- 0,8 de distancia horizontal libre entre vainas o armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo mayor que 45º con la dirección de hormigonado.
- 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo no mayor que 45º con la dirección de hormigonado.
- 0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:

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

Piezas de ejecución muy cuidada (caso de prefabricación en taller) y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados que se encofran por una sola cara), en cuyo caso será menor que 0.33 veces el espesor mínimo.

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

SUSTANCIAS PERJUDICIALES	Cantidad máxima en % del peso total de la muestra	
	Árido fino	Árido grueso
Terrones de arcilla, determinados con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE 7133:58	1,00	0,25
Partículas blandas, determinadas con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE 7134:58	-	5,00
Material retenido por el tamiz 0,063 UNE EN 933-2:96 y que flota en un líquido con peso específico 2, determinado con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE EN 7244:71	0,50	1,00
Compuestos totales de azufre expresados en SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> y referidos al árido seco, determinado con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE ENN 1744-1:99	1,00	1,00
SULFATOS SOLUBLES EN ÁCIDOS, EXPRESADOS EN SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> Y REFERIDOS AL ÁRIDO SECO, DETERMINADOS SEGÚN EL MÉTODO DE ENSAYO INDICADO EN LA UNE EN 1744-1:99	0,80	0,80
	0,05	0,05
	0,03	0,03
HORMIGÓN ARMADO U HORMIGÓN EN MASA QUE CONTENGA ARMADURAS PARA REDUCIR LA FISURACIÓN HORMIGÓN PRETENSADO		

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

Condiciones físico-mecánicas: Cumplirán las siguientes limitaciones:

- Friabilidad de la arena (FA) ≤ 40

Determinada con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE EN 83115:89 (Áridos para hormigones. Medida del coeficiente de friabilidad de las arenas).

- Resistencia al desgaste de la grava ≤ 40

Determinada con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE EN 1097 -1:2011(ensayo de los Ángeles).

- Absorción de agua por los áridos  $\leq 50$

Determinada con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE 1097-:2001. La pérdida de peso máxima experimentada por los áridos al ser sometidos a cinco ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato magnésico (método de ensayo UNE EN 1367-2:2010) no será superior a la que se indica en la tabla siguiente

ARIDOS	PERDIDA DE PESO CON SULFATO MAGNESICO
Finos	15%
Gruesos	18%

- Granulometría y forma del árido: La cantidad de finos que pasan por el tamiz 0,063 UNE EN 933-2:96, expresada en porcentaje del peso total de la muestra, no excederá los valores de la siguiente tabla:

ARIDO	PORCENTAJE MÁXIMO QUE PASA POR EL TAMIZ 0,063 mm	TIPO DE ÁRIDOS
GRUESO	1%	Áridos redondeados
	2%	Áridos de machaqueo calizos
FINO	6%	Áridos redondeados Áridos de machaqueo no calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición IIIa, IIIb, IIIc, IV o bien alguna clase específica de exposición
	10%	Áridos de machaqueo calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición IIIa, IIIb, IIIc, IV o bien alguna clase específica de exposición Áridos de machaqueo no calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición I, IIa o IIIb y no sometidas a ninguna clase específica de exposición
	15%	Áridos de machaqueo calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición I, IIa o IIIb y no sometidas a ninguna clase específica de exposición

4.8.3 CONTROL DE CALIDAD

- EHE-08: Hormigón estructural planta: Existencia de distintivo de calidad del hormigón.

- Hormigón estructural planta: Documentación CE de materiales constituyentes del hormigón (H. sin distintivo de calidad)
- H. estructural planta: Certificado de dosificación (H. sin distintivo de calidad).
- EHE-08: H. estructural planta: Contenido del albarán.
- EHE-08: H. estructural planta: Certificado final de suministro.
- Hormigonado: Condiciones de ejecución.
- Encofrado: Geometría y características.
- UNE-EN 12350: Ensayos de hormigón fresco.
- UNE-EN 12390: Ensayos De hormigón endurecido.

4.8.4 IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Se dispone de la siguiente documentación relativa a los materiales constituyentes del hormigón de planta: (EHE-08)

- Cemento: certificado de calidad de producto o documentación acreditativa de marcado CE.
- Áridos: certificado de calidad de producto o documentación acreditativa de marcado CE.
- Agua: Declaración del fabricante de procedencia de red o resultados de ensayo de laboratorio.
- Aditivos, adiciones y fibras (en su caso): documentación acreditativa de marcado CE.

Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre de la central de fabricación de hormigón.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Fecha de entrega.
- Nombre del petionario y responsable de la recepción, según 69.2.9.2. DEL EHE-08.
- Especificación del hormigón.  
a) En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:

- Designación de acuerdo con el apartado 39.2.
- Contenido de cemento en kilos por metro cúbico (kg/m3) de hormigón, con una tolerancia de  $\pm 15$  kg.
- Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de  $\pm 0,02$ .
- En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:
- Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.
- Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de  $\pm 0,02$ .
- El tipo de ambiente de acuerdo con la Tabla 8.2.2 del EHE-08

- b) Tipo, clase y marca del cemento.
  - c) Consistencia.
  - d) Tamaño máximo del árido.
  - e) Tipo de aditivo, según UNE-EN 934-2:2010, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.
  - f) Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
6. Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
7. Cantidad del hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
8. Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga.
9. Hora límite de uso para el hormigón.

4.8.5 MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

La fabricación de hormigón requiere:

- Almacenamiento de materias primas.
- Instalaciones de dosificación.
- Equipo de amasado. Las materias primas se almacenarán y transportar de forma tal que se evite todo tipo de entremezclado, contaminación, deterioro o cualquier otra alteración significativa en sus características. Se tendrá en cuenta lo previsto en los Artículo 26, 27 y 29 de la EHE.

La dosificación de cemento, de los áridos, y en su caso, de las adiciones, se realizará en peso. La dosificación de cada material deberá ajustarse a lo especificado para conseguir una adecuada uniformidad entre amasadas.

**TRANSPORTE**

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos en planta y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de noventa minutos (90 min). En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del

hormigón, aumenten el tiempo de fraguado. La entrega del hormigón deberá regularse de manera que su puesta en obra se efectúe de manera continua.

Las materias primas se amasarán de forma tal que se consiga su mezcla íntima y homogénea, debiendo resultar el árido bien recubierto de pasta de cemento. La homogeneidad del hormigón se comprobará de acuerdo al procedimiento establecido en 69.2.5 de la EHE-08.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

4.9 ACERO B-500S Y B-500T

Las barras corrugadas de acero a utilizar en hormigón estructural, cumplirán con lo establecido para dichas barras en la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE.

Los diámetros nominales de las barras corrugadas se ajustarán a la serie siguiente: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20 y 25 mm.

La designación simbólica de estos productos se hará de acuerdo con lo indicado en UNE 36068:2011

4.9.1 MATERIALES

Las características de las barras corrugadas para hormigón estructural cumplirán con las especificaciones indicadas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, así como en la UNE 36068:2011 y UNE 36065:2011 y entre ellas las siguientes:

- Presentarán, en el ensayo de adherencia por flexión descrito en UNE 36740:1998 “Determinación de la adherencia de las barras de acero para hormigón armado. Ensayo de la viga”, una tensión media de adherencia  $T_{bm}$  y una tensión de rotura de adherencia  $T_{bU}$  que cumplan simultáneamente las dos condiciones siguientes:
  - Diámetros inferiores a 8 mm:  
 $T_{bm}^3$  6,88 N/mm<sup>2</sup>.  
 $T_{bU}^3$  11,22 N/mm<sup>2</sup>.
  - Diámetros de 8 mm. a 32 mm. ambos inclusive:  
 $T_{bm}^3$  7,84 N/mm<sup>2</sup> - 0,12 ø en mm.  
 $T_{bU}^3$  12,74 N/mm<sup>2</sup> - 0,19 ø en mm.
  - Diámetros superiores a 32 mm.  
 $T_{bm}^3$  4,00 N/mm<sup>2</sup>.  
 $T_{bU}^3$  6,66 N/mm<sup>2</sup>.

Las características de adherencia serán objeto de certificación específica por algún organismo de entre los autorizados en el Artículo 1º de la EHE para otorgar el CC-EHE.

En el certificado se consignarán obligatoriamente los límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltos.

Para aquellos aceros que posean un distintivo reconocido o un CC-EHE a efectos de control será suficiente comprobar que el acero posee el certificado específico de adherencia y realizar una verificación geométrica para comprobar que los resaltos o corrugas de las barras (una vez enderezadas, si fuera preciso) están dentro de los valores límites de las diferentes características expresadas en los artículos 31.2, 31.3 y 31.4 de la EHE. El fabricante facilitará además, si se le solicita, copia de los resultados de los ensayos de control de producción correspondientes a la partida servida.

En el caso de productos que no posean un distintivo reconocido o un CC-EHE, en el sentido expuesto en el apartado anterior, cada partida deberá ir acompañada de los resultados de los ensayos correspondientes a la composición química, características mecánicas y características geométricas, efectuados por un organismo de los citados en el Artículo 1.º de la EHE para otorgar el CC-EH E, que justifiquen que el acero cumple las exigencias establecidas en los artículos 31.2, 31.3 y 31.4 de la EHE, según el caso. Además, irá acompañada, en el caso de barras o alambres corrugados, del certificado específico de adherencia.

Las características mecánicas mínimas que garantizará el fabricante serán las siguientes:

<i>Designación</i>	<i>Clase de acero</i>	<i>Límite elástico fy en N/mm² no menor que (1)</i>	<i>Carga unitaria de rotura fs en N/mm² no menor que (1)</i>	<i>Alargamiento de rotura en% sobre base de 5 diámetros no menor que</i>	<i>Relación fs/fy en ensayo no menor que (2)</i>
<i>B-500S</i>	<i>Soldable</i>	<i>500</i>	<i>550</i>	<i>12</i>	<i>10,5</i>

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

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

Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado. (UNE 36068) sobre los mandriles que correspondan según la siguiente tabla:

<i>DESIGNACIÓN</i>	<i>DOBLADO-DESDOBLADO</i>			
	<i>d&lt;12</i>	<i>12&lt;d&lt;16</i>	<i>16&lt;d&lt;25</i>	<i>d&gt;25</i>
<i>B-500S</i>	<i>6d</i>	<i>8d</i>	<i>10d</i>	<i>12d</i>

Donde:  
d: Diámetro nominal de barra.

Las barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente no será inferior al noventa y cinco y medio por ciento (95,5 por 100) de su sección nominal.

Las barras corrugadas llevarán grabadas las marcas de identificación establecidas en el Apartado 12 de la UNE 36068:2011, relativas al tipo de acero (geometría del corrugado), país de origen (el indicativo correspondiente a España es el número 7) y marca del fabricante (según el código indicado en el Informe Técnico UNE 36811:1998 IN).

Dado que la instrucción EHE solo contempla aceros soldables, el fabricante indicará los procedimientos y condiciones recomendadas para realizar, cuando sea necesario, las soldaduras.

4.9.2 SUMINISTRO

Si los aceros poseen un distintivo reconocido o un CC-EHE, ambos en el sentido expuesto en el Artículo 1º de la EHE, cada partida acreditará que está en posesión del mismo, así como del certificado específico de adherencia y del certificado de garantía del fabricante que justifique que el acero cumple las exigencias contenidas en la EHE. El fabricante adjuntará, si la Dirección de Obra se lo solicita, copia de los resultados de los ensayos de producción de la partida suministrada.

Si los productos no poseen un distintivo reconocido o un CC-EHE, cada partida irá acompañada de los resultados de los ensayos correspondientes a su composición química, características mecánicas y características geométricas, efectuados por un organismo de los citados en el Artículo 1º de la EHE para otorgar el CC-EHE. Además, irán acompañadas del certificado específico de adherencia. La garantía de calidad de las barras corrugadas será exigible en cualquier circunstancia al Contratista.

Las mallas electrosoldadas deberán suministrarse con certificado de homologación y garantía del fabricante, incluyendo las condiciones de adherencia, de doblado siempre sobre mandril y de despegue de las barras de nudo.

4.9.3 ALMACENAMIENTO

Las barras corrugadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a excesiva oxidación, separadas del suelo y de manera que no se manchen de grasa, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

4.9.4 RECEPCIÓN

Para llevar a cabo la recepción de las barras corrugadas se realizarán ensayos de control de calidad según lo especificado en el artículo 88 de la EHE. Las condiciones de aceptación o rechazo serán las indicadas en el apartado 88.5 de la citada Instrucción.

La Dirección de Obra, siempre que lo estime oportuno, podrá identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales acopiados.

4.9.5 PUESTA EN OBRA

Para la elaboración de la ferralla y colocación de las armaduras pasivas, se seguirán las indicaciones contenidas en la UNE 36831:97.

Se colocarán limpias de toda suciedad, pintura, grasa, y óxido no adherente. Las barras se fijarán entre sí, mediante las oportunas sujeciones, manteniéndose la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de aquellas durante el vertido y vibrado del hormigón y permitiendo a éste envolverlas sin coqueras.

La posición de las armaduras se fijará en acuerdo estricto con los planos, o en su defecto, con las indicaciones de la Dirección de obra.

No se podrá hormigonar sin previo reconocimiento de la adecuada disposición de las armaduras por la Dirección de obra o personal facultativo en quien delegue.

En vigas y en elementos análogos sometidos a flexión, las barras que se doblen deberán ir convenientemente envueltas por cercos o estribos en la zona del codo. Esta disposición es siempre recomendable, cualquiera que sea el elemento de que se trate. En estas zonas, cuando se doblen simultáneamente muchas barras, resulta aconsejable aumentar el diámetro de los estribos o disminuir su separación.

Se autoriza el uso de la técnica de soldadura para la elaboración de la ferralla, siempre que la operación se realice de acuerdo con los procedimientos establecidos en la UNE-EN ISO 17660-1:2008, el acero sea soldable, y se efectúe en taller con instalación industrial fija.

Solamente en aquellos casos previstos en el proyecto y debidamente autorizados por la Dirección de obra, se admitirá la soldadura en obra para la elaboración de la ferralla.

Los cercos de pilares o estribos de las vigas se sujetarán a las barras principales mediante simple atado u otro procedimiento idóneo, prohibiéndose expresamente la fijación mediante puntos de soldadura una vez situada la ferralla en los moldes o encofrados.

Debe evitarse el empleo simultáneo de aceros con diferente límite elástico. No obstante, cuando no exista peligro de confusión, podrán utilizarse en un mismo elemento dos tipos diferentes de acero para las armaduras pasivas: uno para la armadura principal y otro para los estribos.

En aquellos casos excepcionales en los que no sea posible evitar que dos aceros de diferente límite elástico, y con la misma función estructural, se encuentren en la misma sección del elemento, se estará a lo dispuesto en el artículo 38.3 de la EHE.

En la ejecución de las obras se cumplirá, en todo caso, lo indicado en los artículos 66.5 y 66.6 de la EHE.

Por lo demás, y en especial en cuanto se refiere al recubrimiento, doblado y empalme de barras, se atenderá a lo indicado en la vigente EHE.

4.10 MALLAS ELECTROSOLDADAS

Las mallas electrosoldadas estarán fabricadas con elementos de acero (barras o alambre corrugados) cruzados ortogonalmente entre sí y unidos en sus puntos de contacto con soldadura eléctrica. Los diámetros nominales de los alambres corrugados empleados en mallas electrosoldadas se ajustarán a la serie siguiente:

5 – 5,5 – 6 – 6,5 – 7 – 7,5 – 8 – 8,5 – 9 – 9,5 – 10 – 10,5 – 11 – 11,5 – 12 y 14 mm.

La designación de las mallas electrosoldadas se hará de acuerdo con la UNE 36092:2014.

4.10.1 MATERIALES

Los elementos que componen las mallas electrosoldadas podrán ser barras corrugadas o alambres corrugados. Las barras cumplirán las especificaciones del artículo 240 del presente Pliego. Los alambres cumplirán las especificaciones de adherencia indicadas en el citado artículo y las características mecánicas siguientes:

Características mecánicas mínimas garantizadas de los alambres según EHE:

Designación	Ensayo de tracción <sup>(1)</sup>				Ensayo de doblado-desdoblado, según UNE-EN ISO 15630-1  = 90° <sup>(5)</sup>  = 20° <sup>(6)</sup>  Diámetro de mandril D' <sup>(7)</sup>
	Límite elástico  f <sub>yk</sub> ( N/mm <sup>2</sup> )  (2)	Carga unitaria de rotura  f <sub>tk</sub> ( N/mm <sup>2</sup> )  (2)	Alargamiento de rotura sobre base de 5 diámetros  A ( % )	Relación  f <sub>tk</sub> /f <sub>yk</sub>	
B 500 T	500	550	8 <sup>(3)</sup>	1,03 <sup>(4)</sup>	5 d <sup>(7)</sup>

(1) Valores característicos inferiores garantizados.

(2) Para la determinación del límite elástico y la carga unitaria se utilizará como divisor de las cargas el valor nominal del área de la sección transversal.

(3) Además, deberá cumplirse:

$A\% \geq 20 - 0,02 f_{yk}$

Donde:

A Alargamiento de rotura.

f<sub>yk</sub> Límite elástico medido en cada ensayo.

(4) además, deberá cumplirse:

$$\frac{f_{tk}}{f_{yk}} \geq 1,05 - 0,1 \left( \frac{f_{yk}}{f_{yk}} - 1 \right)$$

Donde:

f<sub>yk</sub> Límite elástico medido en cada ensayo.

f<sub>tk</sub> Carga unitaria obtenida en cada ensayo.

f<sub>yk</sub> Límite elástico garantizado.

(5) α Ángulo de doblado.

(6) β Ángulo de desdoblado.

(7) d Diámetro nominal del alambre.

Los alambres y barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopla-duras.

La sección equivalente de los alambres y barras no será inferior al noventa y cinco y medio por ciento (95,5 por 100) de su sección nominal.

#### 4.10.2 SUMINISTRO

Cada paquete llegará al punto de suministro (obra, taller de ferralla o almacén) con una etiqueta de identificación conforme a lo especificado en la UNE 36092:2014. Las barras o los alambres que constituyen las mallas electrosoldadas llevarán grabadas las marcas de identificación, de acuerdo con los Informes Técnicos UNE 36811:1998 IN y UNE 36812:1996 IN para barras y alambres corrugados respectivamente, relativas al tipo de acero (geometría del corrugado), país de origen (el indicativo correspondiente a España es el número 7) y marca del fabricante (según el código indicado en los citados Informes).

Si los aceros poseen un distintivo reconocido o un CC-EHE, ambos en el sentido expuesto en el Artículo 1º de la EHE, cada partida acreditará que está en posesión del mismo, así como del certificado específico de adherencia y del certificado de garantía del fabricante que justifique que el acero cumple las exigencias contenidas en la EHE. El fabricante adjuntará, si la Dirección de Obra se lo solicita, copia de los resultados de los ensayos de producción de la partida suministrada.

Si los productos no poseen un distintivo reconocido o un CC-EHE, cada partida irá acompañada de los resultados de los ensayos correspondientes a su composición química, características mecánicas y características geométricas, efectuados por un organismo de los citados en el Artículo 1º de la EHE para otorgar el CC-EHE. Además, irán acompañadas del certificado específico de adherencia.

La garantía de calidad de las mallas electrosoldadas será exigible en cualquier circunstancia al Contratista.

#### 4.10.3 ALMACENAMIENTO

Las mallas electrosoldadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a excesiva oxidación, separadas del suelo y de manera que no se manchen de grasa, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

#### 4.10.4 RECEPCIÓN

Para llevar a cabo la recepción de las mallas electrosoldadas se realizarán en-sayos de control de calidad según lo especificado en el artículo 90 de la EHE. Las condiciones de aceptación o rechazo serán las indicadas en el apartado 90.5 de la citada Instrucción. La Dirección de Obra, siempre que lo estime oportuno, podrá identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales acopiados.

### 4.11 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PLANO

#### 4.11.1 DEFINICIÓN Y MATERIALES

Los encofrados son elementos para el moldeo “in situ” de hormigones y morteros. Pueden ser recuperables o perdidos.

Los encofrados y moldes, según se indique en los planos de Proyecto u ordene la Dirección de Obra, serán encofrados con paneles modulares con acabado fenólico.

Los módulos o paneles modulares serán de estructura metálica con forro fenólico de 22 mm. de espesor. La unión del forro fenólico al marco metálico se realizará mediante tornillos con cabeza a la gota de cera.

El cerramiento de espacios residuales se realizará con elementos de compensación unidos mediante correas a la estructura metálica de los paneles. La unión entre paneles se ejecutará con cerrojos que permitan la correcta alineación y estanqueidad de juntas.

La colocación de tapes se realizará mediante anclajes de borde que impidan el desplazamiento del elemento.

Las consolas de trabajo se anclarán a los travesaños horizontales y verticales de los marcos metálicos mediante operación rápida y simple y llevarán incorporado el sistema de seguridad.

El izado de los paneles se realizará con ganchos de elevación de seguridad.

#### 4.11.2 EJECUCIÓN

##### Construcción y montaje.

Se cumplirán entre otras las siguientes especificaciones:

Antes de iniciar la ejecución de los encofrados y moldes deberá someterse su proyecto a la aprobación de la Dirección de Obra.

Los encofrados, con sus ensambles, soportes o cimbras, tendrán la rigidez y resistencias necesarias para soportar el hormigonado sin movimientos del conjunto superiores a la milésima de la luz.

Los apoyos estarán dispuestos de modo que en ningún momento se produzcan sobre la parte de obra ya ejecutada esfuerzos superiores al tercio de su resistencia.

La Dirección de Obra exigirá del Constructor los croquis y cálculos de los encofrados y moldes que aseguren el cumplimiento de estas condiciones. Pero la aprobación del sistema no disminuirá en nada la responsabilidad del Contratista, en cuanto a la buena calidad de la obra ejecutada.

Las juntas del encofrado no dejarán rendijas de más de dos milímetros para evitar la pérdida de lechada; pero deberán dejar hueco necesario para evitar que por efecto de la humedad durante el hormigonado se compriman, en su caso, los tableros.

No se permitirán en los aplomos y alineaciones, errores mayores de un (1) centímetro pudiendo la Dirección de Obra variar estas tolerancias a su juicio.

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficiente uniformes y lisas para lograr que los paramentos de las piezas de hormigón con ellos fabricados no presenten defectos, bombeos, resaltes o rebabas de más de cinco milímetros (5 mm).

Tanto las superficies de los encofrados como los productos que a ellos se pueden aplicar, no deberán contener sustancias agresivas a la masa del hormigón.

Queda terminantemente prohibido el empleo de “latiguillos” en el encofrado de depósitos destinados a contener agua.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que las aristas vivas del hormigón resulten bien acabadas, colocando listones de madera de sección triangular (berengenos) o angulares metálicos en las aristas del encofrado. Cualquier solución que adopte, deberá ser aprobada por la Dirección de Obra, no siendo de abono aparte de concepto.



En todos los paramentos que hayan de hormigonarse con alturas de tongada de hormigón superiores a un metro con veinte centímetros (1,20 m) queda proscrito el empleo de alambres retorcidos como elemento de sujeción del encofrado. Cuando se permita el empleo de alambres retorcidos como elemento de sujeción de los encofrados, deberán cortarse las puntas de los alambres que sobresalgan, a ras de parámetro, al realizar el desencofrado.

Tampoco se permitirá este procedimiento de sujeción de los paramentos que hayan de estar en contacto con el agua.

Cuando los encofrados tengan un dispositivo de fijación en el interior del hormigón, este dispositivo se proyectará de forma que no quede ningún elemento que sobresalga del paramento una vez retirado el encofrado. Los agujeros que puedan quedar serán rellenados con mortero de cemento del mismo color que el hormigón vecino.

Además los enlaces de los distintos elementos o paños del encofrado serán sólidos o sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifique con facilidad, sin requerir golpes ni tirones.

#### **Desencofrado.**

Se prohíbe explícitamente el empleo de gasóleo y de aceites lubricantes de uso en automoción como agentes desencofrantes.

No se efectuará ningún desencofrado antes de que el hormigón haya adquirido las resistencias suficientes para no resultar la obra dañada por dichas operaciones. Como norma, con temperaturas medias, superiores a cinco grados centígrados (5°C), se podrán retirar los encofrados laterales verticales, pasadas veinticinco horas (25h) después del hormigonado, siempre que se asegure el curado. Los fondos de forjados, transcurridos ocho días (8), y los apoyos o cimbras de vigas después de los veintiún días (21).

Los paneles de encofrado ya usados y que hayan de servir para unidades repetidas, deberán ser cuidadosamente rectificadas y limpiadas.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se seguirán además las siguientes prescripciones:

Antes de la operación de tesado se retirarán los costeros de los encofrados y, en general, cualquier elemento de los mismos que no sea sustentante de la estructura, con el fin de que actúen los esfuerzos de pretensado con el mínimo de coacciones.

Los alambres y anclajes del encofrado que hayan quedado fijados al hormigón se cortarán al ras del paramento.

#### **4.11.3 ACABADOS**

##### **Tolerancias.**

Las tolerancias en los paramentos curvos serán las mismas, pero se medirán respecto de un escantillón de dos metros (2 m), cuya curvatura sea la teórica.

##### **Reparación de defectos.**

Los defectos que hayan podido producirse al hormigonar deberán ser reparados, previa aprobación de la Dirección de Obra, tan pronto como sea posible, saneando y limpiando las zonas defectuosas. En general, y con el fin de evitar el color más oscuro de las zonas reparadas, podrá

emplearse para la ejecución del hormigón o mortero de reparación una mezcla adecuada del cemento empleado con cemento Pórtland blanco.

Las zonas reparadas deberán curarse rápidamente. Si es necesario, se protegerán con lienzos o arpilleras para que el riego no perjudique el acabado superficial de esas zonas.

Durante el desencofrado, se retirarán todos los elementos que haya servido para su fijación al hormigón. Se quitarán todas las rebabas o imperfecciones salientes mediante un picado fino.

Las coqueras y otras imperfecciones entrantes que apareciesen a pesar de las precauciones tomadas por el Contratista, se tratarán en la forma que ordene cada caso la Dirección de Obra, con un mortero del mismo color del hormigón.

En cualquier caso, el Contratista vendrá obligado a subsanar a su costa todas las imperfecciones de las obras de hormigón que ejecute, hasta que sean de recibo, a juicio de la Dirección de Obra.

#### **4.12 ZAHORRAS**

##### **4.12.1 NORMAS DEL PRODUCTO**

###### **ZAHORRA NATURAL**

Procederá de una mezcla de áridos total o parcialmente machacada, en la que la granulometría del conjunto de los elementos que la componen es de tipo continua.

Cumplirá lo indicado en el artículo 510 según ORDEN FOM/891/2004, modificación del PG-3-75, debiendo adaptarse a los usos ZN40, ZN25 y ZN20, no rebasando el tamaño máximo la mitad del espesor de la tongada compactada.

###### **ZAHORRA ARTIFICIAL**

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

Cumplirá todo lo indicado en el artículo 510 según ORDEN FOM/891/2004, modificación del PG-3-75, debiendo adaptarse a los usos ZA25, ZA20 o ZAD20 no rebasando el tamaño máximo, la mitad del espesor de la tongada compactada.

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

##### **4.12.2 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES**

Los materiales procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, en cuyo caso, la fracción retenida en 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 de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Composición granulométrica: La fracción cernida por el tamiz 80 µm UNE será menor que los dos tercios (2/3) de la fracción cernida por el tamiz 400 µm UNE.

La curva granulométrica de los materiales estará comprendida dentro de los usos señalados en el siguiente cuadro:

TAMICES UNE	CERNIDO	PONDERA
	ACUMULADO	L
	ZA (40)	ZA (25)
40	100	-
25	75-100	100
20	60-90	75-100
10	45-70	50-80
5	30-50	35-60
2	16-32	20-40
400/µm	6-20	8-22
80/µm	0-10	0-10

Dureza: El coeficiente de desgaste, Los Ángeles, según la Norma NLT 149/72 será inferior a cincuenta (30), para tráfico T0 y T1 y a treinta y cinco (35) en los demás casos. El ensayo se realizará con la granulometría tipo B de las indicadas en la citada Norma.

Forma: El índice de lajas, según la Norma de NLT 354/74, deberá ser inferior a treinta y cinco (35).

Limpieza: Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, material vegetal, marga y otros materiales extraños. El coeficiente según la Norma NLT 172/86, no deberá ser inferior a dos (2).

El equivalente de arena, según al Norma NLT 113/72, será mayor de treinta y cinco (35), para tráfico T0 y T1 y a treinta (30) en los demás casos.

Plasticidad: El Material será no plástico, según las Normas NLT 105/72 y 106/72.

4.12.3 CONTROL DE CALIDAD

Antes del inicio de la producción, se reconocerá cada préstamo o procedencia, determinándose su aptitud en función del resultado de los ensayos. El reconocimiento se realizará de la forma más representativa posible, mediante sondeos, zanjas, catas u otros métodos de toma de muestras.

Para cualquier volumen de producción previsto, se ensayará un mínimo de cuatro (4) muestras, añadiéndose una (1) más por cada diez mil metros cúbicos (10.000 m³), o fracción, de exceso sobre cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³).

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- Humedad natural, según la Norma NLT 102/42.
- Granulometría por tamizado, según la norma NLT 104/72.
- Límite líquido e índices de plasticidad, según las Normas NLT 105/72 y 106/72.
- Proctor modificado, según la Norma NLT 108/72.
- Equivalente de arena, según la Norma NLT 113/72.
- CBR, según la norma NLT 111/78.
- Índice de lajas, según la norma NLT 354/74.
- Desgaste Los Ángeles, según la Norma NLT 149/72.
- Coeficiente de limpieza, según la Norma NLT 172/86 Además, sobre una (1) de las muestras se determinará el peso específico de gruesos y finos, según las normas NLT 153/76 y 154/76.

Las muestras se tomarán y los ensayos “in situ” se realizarán en puntos previamente seleccionados mediante un muestreo aleatorio, tanto longitudinal como transversalmente.

4.12.4 IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

- Documentación acreditativa de marcado CE.

4.12.5 MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

La zahorra se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia. Deberán disponer de lonas o cobertores adecuados para protegerla durante su transporte. Por seguridad de la circulación vial será inexcusable el empleo de cobertores para el transporte por carreteras en servicio.

4.13 RIEGOS DE IMPRIMACIÓN

Se define como riego de imprimación la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capa granular, previa a la colocación sobre ésta de una capa o de un tratamiento bituminoso.

NORMATIVA

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

- Manual de Control de Fabricación y Puesta en Obra de Mezclas Bituminosas (MOPU 1978) Mezclas bituminosas porosas, MOPU, Noviembre 1987.
- O.C. 5/2001 sobre riegos auxiliares, mezclas bituminosas y pavimentos de hormigón.

MATERIALES

A) Ligante hidrocarbonado,

El tipo de ligante hidrocarbonado a emplear vendrá fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.



B) Árido de cobertura,

El árido de cobertura a emplear, eventualmente, en riegos de imprimación será arena natural, arena de machaqueo o una mezcla de ambas.

Granulometría: La totalidad del árido deberá pasar por el tamiz 4 mm de la UNE-EN 933- 2, y no contener más de un quince por ciento (15%) de partículas inferiores al tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2, según la UNE-EN 933-1.

Limpieza: El árido deberá estar exento de polvo, suciedad, terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas.

Plasticidad: El equivalente de arena del árido, según la UNE-EN 933-8, deberá ser superior a cuarenta (40).

### **DOTACIÓN DE LOS MATERIALES**

La dotación del ligante quedará definida por la cantidad que sea capaz de absorber la capa que se imprima en un período de veinticuatro horas (24 h). Dicha dotación no será inferior en ningún caso a quinientos gramos por metro cuadrado (500 g/m<sup>2</sup>) de ligante residual. La dotación del árido de cobertura será la mínima necesaria para la absorción de un exceso de ligante, o para garantizar la protección de la imprimación bajo la acción de la eventual circulación durante la obra sobre dicha capa. Dicha dotación, en ningún caso, será superior a seis litros por metro cuadrado (6 l/m<sup>2</sup>).

La dotación de emulsión bituminosa no será inferior en ningún caso a doscientos cincuenta gramos por metro cuadrado (250 g/m<sup>2</sup>) cuando la capa superior sea una mezcla bituminosa discontinua en caliente o una capa de rodadura drenante, o una capa de mezcla bituminosa en caliente tipo D ó S empleada como rehabilitación superficial de una carretera o servicio.

En cualquier circunstancia, el Director de las Obras fijará las dotaciones, a la vista de las pruebas realizadas en obra.

### **4.14 MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE**

Se definen como emulsiones bituminosas en caliente la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos (incluido el polvo mineral) y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los áridos (excepto, eventualmente el polvo mineral de aportación) y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior al ambiente.

La mezcla bituminosa será del tipo S-20, con árido ofídico, según las definiciones de la tabla 542.1 contenida en el artículo 542 del PG-3. Se fabricarán a base de betún asfáltico de los definidos en el artículo 211 del PG3, agua, emulsionantes y, en su caso, fluidificantes, y cumplirán con las condiciones establecidas en el artículo 542 del PG-3.

La mezcla bituminosa deberá presentar un aspecto homogéneo y una adecuada dispersión del betún en la fase acuosa.

En la ejecución de esta unidad de obra se estará a lo dispuesto en el artículo 542.5 del PG-3.

### **NORMATIVA**

- Manual de Control de Fabricación y Puesta en Obra de Mezclas Bituminosas (MOPU 1978).
- Mezclas bituminosas porosas, MOPU, Noviembre 1987.
- O.C. 5/2001 sobre riegos auxiliares, mezclas bituminosas y pavimentos de hormigón.

### **CONTROL DE CALIDAD**

El cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias requeridas a los productos contemplados en el presente artículo, se podrá acreditar por medio del correspondiente certificado que, cuando dichas especificaciones estén establecidas exclusivamente por referencia a normas, podrá estar constituido por un certificado de conformidad a dichas normas.

Si los referidos productos disponen de una marca, sello o distintivo de calidad que asegure el cumplimiento de las especificaciones obligatorias de este artículo, se reconocerá como tal cuando dicho distintivo esté homologado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Se atenderá en cualquier caso a lo descrito en el artículo 542.9 del PG-3

## **4.15 TUBERÍAS DE FUNDICIÓN**

### **4.15.1 NORMATIVA**

Las normas aplicables a este material son:

- Serán de aplicación las Normas del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimientos de Aguas (O.M. de 28 de julio de 1974) en lo referente a tuberías de fundición y las Normas:
  - ISO 2531: Tubos, racores de fundición dúctil y sus empalmes para agua y gas
  - ISO 4179: Tubos dúctiles de hierro y accesorios para presión y tuberías de no presión - forro de mortero de Cemento
  - ISO 8179-1.- Tubos de Fundición Dúctil. Revestimiento externo de cinc. Parte 1. Zinc metálico y capa de acabado.
- UNE-EN 545:2011. - Tubos y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Prescripciones y métodos de ensayo.
- UNE-EN 598:2008: Tuberías accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para aplicaciones de saneamiento.
- UNE-EN 805:2001: Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.
- Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión (CEDEX).

4.15.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Las tuberías de fundición dúctil, tendrán un revestimiento interior de mortero de cemento y exterior de metalización con zinc y acabado con pintura Epoxi.

Estos tubos están provistos de una campana en cuyo interior se aloja un anillo de caucho, asegurando una estanqueidad perfecta en la unión entre tubos.

PRUEBA DE ESTANQUIDAD EN FÁBRICA

Todos los tubos se someten en fábrica y antes de aplicar el revestimiento interno, a una prueba hidráulica realizada en la misma línea de fabricación. La duración total del ciclo de presión no es inferior a 15 seg, de los cuales 10 seg son a la presión de ensayo.

Dicha prueba consiste en mantener agua en el interior del tubo a la presión indicada en la tabla, no admitiéndose ningún tipo de pérdidas Los valores de presión correspondientes son los exigidos por las normas UNE EN-545, UNE EN-598 e ISO-2531

DUREZA

La dureza de los diferentes componentes de fundición dúctil debe permitir que estos puedan ser cortados, taladrados, roscados y/o mecanizados mediante las herramientas usuales. El ensayo de referencia para la dureza debe ser el ensayo de dureza Brinell según las Norma ISO 6506-1.

Resistencia mínima a la Tracción (Rm)	Alargamiento mínimo a la rotura (A)	Dureza Brinell (HB)
TUBOS Y ACCESORIOS	TUBOS	TUBOS
DN> 700	DN> 700	DN> 700

REVESTIMIENTO INTERNO

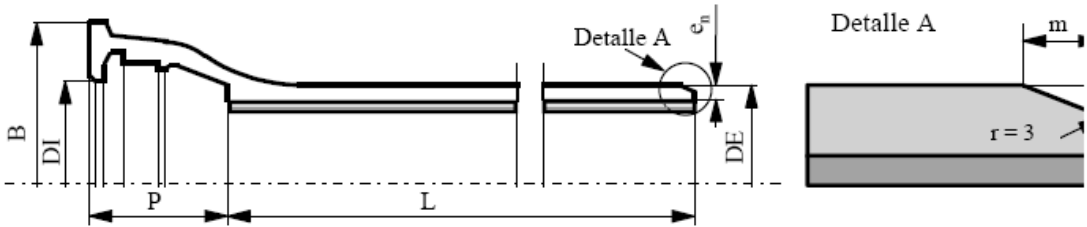
Todos los tubos son revestidos internamente con una capa de mortero de cemento, aplicada por centrifugación del tubo, en conformidad con la norma UNE EN 545. Los espesores de la capa de mortero una vez fraguado son:

REVESTIMIENTO EXTERNO

Los tubos se revisten externamente con dos capas:

- Una primera con cinc metálico electrodepositado, con hilo de cinc de 99% de pureza, depositándose una masa media de acuerdo a la norma UNE EN 545.
- Una segunda capa de acabado de pintura epoxi verde de espesor medio de acuerdo a la norma UNE EN-545 bituminosa.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS



Estos valores de diámetros utilizados en el Proyecto son los exigidos por las normas UNE EN-545 y UNE EN-598.

PRESIONES

El cálculo de presiones se basa en la norma UNE EN-545.

- Presión máxima de funcionamiento (PFA)

Presión interior que un componente de la canalización puede soportar un componente con toda seguridad de forma continua en régimen hidráulico permanente.

$$PFA = \frac{20 \times e \times R_T}{C.D}$$

PFA =Presión de funcionamiento admisible (con un máximo de 64 bar)

e =Espesor mínimo de la pared del tubo = en - T

en= Espesor nominal = K (0,5 + 0,001 DN)

T = Tolerancia máxima = (1,3 + 0,001 DN)

RT = Resistencia mínima a la tracción = 420 Mpa

C = Coeficiente de seguridad = 3

D = Diámetro medio = Dext -e

De,= Diámetro exterior

- Presión máxima admisible (PMA):

Presión hidrostática máxima (incluyendo el golpe de ariete) que es capaz de soportar un componente de la canalización en régimen de sobrepresión transitoria.

La forma de cálculo de esta presión es igual que la expresión (1), pero utilizando un coeficiente de seguridad C = 2,5.

- Presión de ensayo admisible (PEA):

Presión hidrostática máxima de prueba en zanja a la cual es capaz de resistir un componente de la canalización durante un tiempo relativamente corto con el fin de asegurar la integridad y estanqueidad de la misma.

$$PEA = 5 + PMA, \text{ (excepto cuando PFA = 64 bar que } PEA = 1,5 \text{ PFA)}$$

### COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

Los revestimientos interiores de mortero de cemento centrifugado tienen una superficie lisa y regular de coeficiente de rugosidad equivalente de valor 0,03 mm.

No obstante, la rugosidad de superficie equivalente de una canalización no depende sólo de la rugosidad de la pared del tubo, sino también y sobre todo del número de codos, té, reducciones, e irregularidades del perfil de la canalización (mala alineación). La experiencia ha demostrado que  $K = 0,1$  mm es un valor razonable en el caso de canalizaciones de fundición dúctil con revestimiento de mortero de cemento de horno alto para la red en conjunto, aunque en el caso de grandes canalizaciones que constan de un escaso número de uniones por kilómetro, K puede ser ligeramente inferior (0,06 a 0,08 mm).

- Tubo solo:  $k=0.03$  mm
- Red completa:  $k=0.1$  mm

Las pérdidas de carga debidas a la rugosidad de la superficie del tubo y a los puntos singulares (empalmes, uniones, etc.) son en general menores que las debidas al rozamiento propio interior del fluido (20 % como máximo para un valor de  $K = 0,1$  mm).

Las pérdidas de carga debidas a la superficie del tubo son inferiores a las provocadas por perturbaciones locales (5 a 7 % contra 10 a 13 %). Un cambio en el valor inicial de K entre 0 y 0,03 mm tiene muy poca importancia; sin embargo, es esencial que el valor inicial de K permanezca constante en el tiempo, gracias al revestimiento de mortero de cemento.

Fórmulas para el cálculo: COLEBROOK-WHITE

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left[ \frac{K}{3,71 \cdot D} + \frac{2,51}{R^0} \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \right]$$

De donde: V = Viscosidad cinemática a la temperatura de funcionamiento.

$$R^0 = (V \cdot D) / \nu \text{ (Número de Reynolds)}$$

K = Rugosidad de la superficie.

$\lambda$  = coeficiente de pérdida de carga

### PÉRDIDAS DE CARGA DEBIDAS AL ROZAMIENTO INTRÍNSECO DEL FLUIDO

$$\frac{2,51}{R^0} \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda}}$$

### PÉRDIDAS DE CARGA CAUSADAS POR EL ROZAMIENTO DEL FLUIDO CONTRA LA PARED DEL TUBO)

$$\frac{K}{3,71 \cdot D}$$

### ACCESORIOS DE LAS TUBERÍAS

No se contempla el uso de accesorios (codos, tes, derivaciones...) de fundición dúctil.

Las piezas especiales existentes estarán fabricadas con chapa de acero. en caliente de 8 mm de espesor.

### UNIONES

Los tipos de uniones a ejecutar en este tipo de tuberías serán:

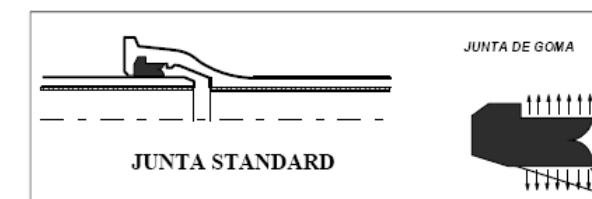
- Con enchufe y extremo liso con anillo elastomérico (en ocasiones es un doble anillo): Obtiene la estanquidad por la simple compresión de un anillo elastomérico.
- Unión mecánica.
- Con enchufe y extremo liso con anillo elastomérico

La estanqueidad se consigue por la compresión radial del anillo de elastómero ubicado en su alojamiento del interior de la campana. La unión se realiza por la simple introducción del extremo liso en el enchufe.

Las uniones, sea cual sea su tipología, deben ser conformes con lo especificado para las mismas en la norma UNE-EN 545. En particular, en las uniones flexibles, la desviación angular admisible no debe ser inferior a los valores indicados en la siguiente tabla:

DN	Tipo de unión	
	Sin acerrojar	Acerrojadas
DN < 300	3° 30'	1° 45'
350 < DN < 600	2° 30'	1° 15'
700 < DN < 2.000	1° 30'	45'

Uniones flexibles. Desviación angular admisible. Valores mínimos



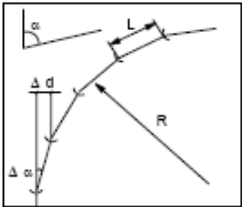
UNIÓN DE ENCHUFE Y EXTREMO LISO

Anillos de elastómero

Para su utilización en regadío son de caucho sintético EPDM (Etileno – Propileno). Los anillos de caucho son marcados de forma visible para su identificación (período de fabricación y fabricante).

Características		
Dureza IRHD		70 (± 5)
Resistencia mínima a la tracción		9 MPa
Alargamiento mínimo a la rotura		200 %
Deformación remanente tras la compresión:	durante 72 horas a 23 °C	15 %
	durante 24 horas a 70 °C	20 %

Desviaciones admisibles



Radio de curvatura	Nº de tubos para un cambio de dirección
$R = \frac{L}{2 \cdot \text{Sen} \frac{\Delta \alpha}{2}}$ <p><math>\alpha</math> = Ángulo del cambio de dirección <math>\Delta \alpha</math> = Desviación máxima admisible.</p>	$N = \frac{\alpha}{\Delta \alpha}$ <p><math>L</math> = Longitud del tubo. <math>\Delta \delta</math> = Desplazamiento máximo. <math>C</math> = Longitud del cambio de dirección: <math>C = N \cdot L</math></p>

Junta Estándar

DN (mm)	Desviación Grados	L (m)	R (m)	Desplazamiento (cm)
350-600	3º	6	115	32
700-800	2º	7	200	25

Las uniones, deben ser conformes con lo especificado para las mismas en la norma UNE-EN 545.

- Resistir, permanentemente y sin fugas, la MDP del tramo de tubería correspondiente a la unión, en la hipótesis de máximos desplazamientos angulares, radiales y axiales admisibles de la unión.
- Ser estancas a una presión hidráulica interior negativo (depresión) de 0,09 N/mm2.
- Resistir, sin entrada de agua, una presión hidrostática exterior de 0,2 N/mm2, cuando esté previsto su uso a profundidades mayores de 5 metros bajo el agua.

4.15.3 CONTROL DE CALIDAD

- UNE-EN 805: Prueba de tubería de fundición dúctil instalada: Presión interior de la tubería de fundición dúctil.

- UNE -EN 545:
  - Tubería de fundición dúctil: Resistencia a tracción del material de los tubos de fundición dúctil.
  - Tubería de fundición dúctil: Dureza Brinell del material de los tubos de fundición dúctil.
  - Tubería de fundición dúctil: Estanqueidad de los tubos de fundición dúctil (antes de revestir).
  - Tubería de fundición dúctil: Masa por superficie del revestimiento de cinc de los tubos de fundición dúctil.
  - Tubería de fundición dúctil: Espesor del revestimiento de pintura de los tubos de fundición dúctil.
  - Tubería de fundición dúctil: Resistencia a compresión del revestimiento con mortero de cemento de los tubos de fundición dúctil.
  - Tubería de fundición dúctil: Espesor del revestimiento con mortero de cemento de los tubos de fundición dúctil.
  - Tubería de fundición dúctil: Dimensiones de los tubos: Espesor / Diámetro interior / Ovalidad / Diámetro exterior / Longitud.
  - Prueba de tubería de fundición dúctil instalada: Presión interior de la tubería de fundición dúctil.

4.15.4 IDENTIFICACIÓN

Todos los tubos y piezas especiales deben ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre o marca del fabricante.
- Fecha de fabricación (año).
- Especificación de que la pieza es de fundición dúctil.
- Diámetro nominal (DN).
- Presión nominal (PN), en el caso de la existencia de bridas.
- Referencia a la Norma Europea (UNE 545).
- Clase de presión de los tubos centrifugados.

Las cinco primeras identificaciones deben ser realizadas en el molde de fundición o irán punzonadas en frío, pudiéndose aceptar que las otras demás marcas sean ejecutadas con pintura, siempre que quede garantizada su durabilidad, o que vayan adheridas al embalaje.

4.16 TUBERIAS DE HORMIGÓN ARMADO

4.16.1 DEFINICIONES

Tubo de hormigón armado es el fabricado de hormigón con armaduras que son necesarias para su resistencia mecánica.

Para que un tubo sea considerado como de hormigón armado deberá tener las dos clases de armadura siguientes:

a) Armadura longitudinal, formada por barras continuas en la dirección de las generatrices del tubo, con separación constante.

b) Armadura transversal formada, bien por espiras helicoidales continuas, de paso no inferior a 15 cm, o bien para marcos circulares soldados y colocados a intervalos iguales, con una separación no más grande de 15 cm.

En cuanto al hormigón, la granulometría de los áridos que se utilicen deberá ser determinada por el fabricante, de forma que el producto acabado cumpla las características indicadas en las UNE-EN 1916 (Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra) y UNE 127916. El cemento tiene que ser Pórtland o puzolánico. No se admiten mezclas de cementos de diferentes tipos o procedencias. El resto de características de los áridos, así como el cemento, el agua de amasado y los posibles aditivos deberán ser conformes con la “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)” o normativa vigente que la sustituya. Aun así el acero utilizado por las armaduras de los tubos de hormigón armado, como también su recubrimiento, tienen que cumplir con la mencionada Instrucción. Se podrá usar acero trefilado, siempre que constituya una malla continua electrosoldada, formando jaulas de armado.

El tubo deberá soportar la carga mínima de ensayo que le corresponde, según su diámetro nominal DN y clase resistente. La clase resistente corresponderá a la carga mínima en el ensayo de aplastamiento, en kN/m, dividida por una milésima parte de la dimensión nominal (DN) o de la anchura nominal (WN) del elemento, de acuerdo con la UNE-EN 1916.

La longitud mínima para tubos de hormigón armado y tubos de hormigón con fibra de acero será de 2 m.

El tubo tiene que tener una sección constante y un espesor uniforme. Los extremos de la ensambladura tienen que acabar con un corte recto perpendicular al eje, sin rebabas.

No tiene que tener descantillados, grietas que traben la pared, ni defectos que indiquen imperfecciones del proceso de moldeamiento.

La superficie interior tiene que ser regular y lisa. Se permiten pequeñas irregularidades locales que no disminuyan la calidad del tubo, ni la capacidad de desagüe. Se pueden admitir burbujas o huecos las dimensiones de los cuales no superen los 20 mm de diámetro y los 6 mm de profundidad.

4.16.2 NORMATIVA

Los tubos para tuberías de abastecimiento de agua cumplirán las condiciones fijadas en el “Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua” del MOPU, de ahora en adelante PTABA-MOPU.

Los tubos de hormigón armado para tuberías de saneamiento cumplirán las condiciones fijadas en el “Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones” del MOPU, de ahora en adelante PTSAN-MOPU.

Será de aplicación lo establecido en la norma UNE-EN 1916. Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra.

Los hormigones y sus componentes elementales, además de las condiciones de este Pliego, cumplirán las de la “Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado” EH vigente.

4.16.3 CLASIFICACIÓN

Los tubos de hormigón armado se clasifican según la norma ASTM C-76M y en función de la carga máxima que puedan soportar. A continuación, se muestra una tabla de equivalencia de la mencionada norma con la norma UNE-EN 1916:

KN/m	T/m <sup>2</sup>	MOPTMA-94	ASTM	UNE	KN/m	T/m <sup>2</sup>
39.2	4	SERIE A	CLASE I	CLASE 60	40	4.1
49	5		CLASE II		CLASE 90 (CLASE N)	50
58.8	6	SERIE B		CLASE III		60
	7		CLASE IV		CLASE 135 (CLASE R)	70
	8	SERIE C		CLASE V		80
88.2	9		CLASE IV		CLASE 180	90
98	10	SERIE D		CLASE V		100
	11		CLASE V		CLASE 180	110
117.6	12	CLASE V		CLASE 180		120
	13		CLASE V		CLASE 180	
137.2	14	CLASE V		CLASE 180		
			CLASE V		CLASE 180	

4.16.4 JUNTAS

GENERALIDADES

Será de aplicación el apartado 10.4 “Juntas”, del PTABA-MOPU.

Teniendo en cuenta su movilidad, las juntas se clasifican en dos grandes grupos:

Juntas rígidas. Sellados y, en su caso, soldadas las camisas de chapa.

Juntas flexibles. Con anillos elásticos.

Para su conformación pueden clasificarse en:

A. Con manguito:

A-1) A tocar.

A-2) Machihembrados.

B. Sin manguito:

B-1) De hembrilla y campana.

B-2) Machihembrados.

**CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LAS JUNTAS**

Las juntas han de estar diseñadas para cumplir las siguientes condiciones:

Resistir los esfuerzos mecánicos sin debilitar la resistencia de los tubos.

No producir alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería.

Durabilidad de los elementos que la componen ante las acciones agresivas exteriores e interiores.

Estanquidad suficiente de la unión a la presión de prueba, o presión normalizada (Pn).

Estanquidad de la unión contra eventuales infiltraciones desde el exterior.

Juntas rígidas

El tipo de junta sin manguito y sellado interiormente sólo podrá aplicarse excepcionalmente y únicamente en los tubos de diámetro no inferior a ochocientos milímetros (800 mm) y por supuesto, sólo en tubos sin presión.

Juntas flexibles

Se prohíben las juntas que tratan de conseguir la impermeabilidad gracias a un anillo sobre el tubo en el momento del enchufe.

En cualquier caso, la junta estará diseñada de forma que los anillos impermeabilizantes no tengan que soportar el peso del tubo adyacente siendo estancos a pesar de esto.

Se recomiendan las juntas de hembrilla y campana en los que el macho tiene una ranura, de dimensiones cuidadosamente establecidas, en la que se aloja el anillo elastomérico.

El fabricante, a la vista de las experiencias y normas, tanto españolas como extranjeras, justificará todas las dimensiones, que deberán ser previamente aprobadas por el Director.

Si, por la alta presión a soportar, fueran metálicas las partes de la hembrilla y campana que están en contacto con el anillo elastomérico, ambas piezas se fabricarán exactamente con las dimensiones y tolerancias aprobadas.

Por eso, la campana y la hembrilla se expandirán más allá de su límite elástico y la ranura estará especialmente conformada.

Las características del elastómero cumplirán las condiciones impuestas en la norma UNE-EN 681-1:1996 y el fabricante justificará expresamente la dureza IRDH escogida.

**4.16.5 MARCADO**

Cada tubo de dimensiones nominales iguales o superiores a 300 mm deberá marcarse según el criterio del capítulo 8 de la UNE-EN 1916, con las siguientes particularidades:

Fecha de fabricación en la forma AAMMDD (año, mes, día).

Identificación del material del cual está constituido:

- HA para tubos de hormigón armado.

Clase resistente:

- Tubo de hormigón armado y tubos con fibra de acero según la clasificación tipo E o tipo A previstas en la UNE 127916:

La clasificación tipo E prevé las siguientes clases:

C-60 (Ft = 40 kN/m<sup>2</sup>; Fn = 60 kN/m<sup>2</sup>)

C-90 (Ft = 60 kN/m<sup>2</sup>; Fn = 90 kN/m<sup>2</sup>)

C-135 (Ft = 90 kN/m<sup>2</sup>; Fn = 135 kN/m<sup>2</sup>)

C-180 (Ft = 120 kN/m<sup>2</sup>; Fn= 180 kN/m<sup>2</sup>)

La clasificación tipo A prevé las siguientes clases:

C-I (Ft = 40 kN/m<sup>2</sup>; Fn = 60 kN/m<sup>2</sup>)

C-II (Ft = 50 kN/m<sup>2</sup>; Fn = 75 kN/m<sup>2</sup>)

C-III (Ft = 65 kN/m<sup>2</sup>; Fn = 100 kN/m<sup>2</sup>)

C-IV (Ft = 100 kN/m<sup>2</sup>; Fn = 150 kN/m<sup>2</sup>)

C-V (Ft = 140 kN/m<sup>2</sup>; Fn = 170 kN/m<sup>2</sup>)

Identificación de la utilización particular prevista:

- Sin ambiente químico específico no se requiere ningún marcado.



- Con ataque químico débil se marcará con Qa.
- Con ataque químico medio se marcará con Qb.

Diámetro en mm para tubos circulares y anchura nominal en mm para tubos ovoidales.

Para dimensiones inferiores a 300 mm este marcado se hará como mínimo en un 5% de los tubos de cada partida entregada.

## 4.17 TUBERÍAS DE PVC

### 4.17.1 NORMAS DEL PRODUCTO

Las normas aplicables a los tubos y accesorios de PVC. son:

- Guía Técnica Sobre Tuberías para el Transporte de Agua a Presión. CEDEX.
- UNE-EN 1401-1:2009: Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.
- UNE-EN 1401-2: 2001: Guía para la evaluación de la conformidad.
- UNE-EN 1401-3:2002: Práctica recomendada para la instalación.
- UNE-EN 1452-1:2010: Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 1452-2:2010: Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 2: Tubos.
- UNE-EN 1452-3:2011: Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 3: Accesorios.
- UNE-EN 1452-4:2010: Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 4: Válvulas y equipo auxiliar.
- UNE-EN 1452-5:2011: Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 5: Aptitud al uso del sistema.
- UNE-EN 1452-6:202: Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 6: Práctica recomendada.
- UNE-EN 1452-7: Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 6: Práctica para la evaluación de la conformidad.

### 4.17.2 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Estas tuberías se fabrican a partir de resina sintética de policloruro de vinilo mezclada con diversos aditivos y exenta de plastificantes. Presentan gran resistencia, así como ligereza y facilidad de acoplamiento, que simplifican el montaje de las mismas. No deben instalarse a la

intemperie, dado que la luz solar degrada el material. La protección de la tubería de la luz solar se puede lograr recubriéndola con pinturas que impidan el paso de la luz, o simplemente enterrándolas.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Los materiales básicos que constituyen los tubos y las piezas especiales de PVC son los siguientes:

- Resina de policloruro de vinilo técnicamente pura (menos del 1% de impurezas).
- Aditivos, tales como lubricantes, estabilizadores, colorantes o modificadores de las propiedades finales, que mejoren la calidad del producto. No deben añadirse sustancias plastificantes, ni utilizarse estos aditivos en cantidades tales que puedan dar lugar a elementos tóxicos, que puedan provocar crecimientos microbianos, perjudicar el proceso de fabricación o perjudicar el encolado de las uniones en su caso, así como afectar desfavorablemente a las propiedades físicas, químicas o mecánicas del material, especialmente en lo que se refiere a la resistencia a largo plazo y al impacto.

Los materiales que constituyan el tubo o la tubería, una vez transformados, no deben ser solubles en el agua, ni darle sabor u olor o modificar sus características. A este respecto debe ser de aplicación lo especificado por la vigente RTSAP, en el caso de abastecimientos a poblaciones.

En general, en la fabricación de los tubos y/o de las piezas especiales, no se debe utilizar material reprocesado, excepto cuando éste provenga del propio proceso de fabricación o de los ensayos que se realicen en fábrica, siempre que los mismos hayan sido satisfactorios.

Las principales características técnicas de la materia prima constitutiva de los tubos de PVC, así como de los propios tubos fabricados son las que se indican en la siguiente tabla

<b>Características físicas de la materia prima</b>	
Densidad	1,35 a 1,46 gr/cm <sup>3</sup>
MRS	25 N/mm <sup>2</sup>
<b>Características mecánicas de la materia prima</b>	
Módulo de elasticidad a corto plazo, E <sub>0</sub>	3.000 ó 3.600 N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad a largo plazo, E <sub>50</sub>	1.750 N/mm <sup>2</sup>
Límite elástico mínimo, L <sub>e, mín</sub>	42 N/mm <sup>2</sup>
Límite de rotura	50 N/mm <sup>2</sup> (aproximado)
Dureza Shore D a 20°C	70 a 85
Coefficiente de Poisson, ν	0,35
<b>Características térmicas de la materia prima</b>	
Temperatura de reblandecimiento Vicat	74 a 80°C
Coefficiente de dilatación lineal	0,8 x 10 <sup>-4</sup> m/m°C <sup>-1</sup>
Conductividad térmica	0,15 a 0,18 kcal/mh °C
Calor específico	0,20 a 0,28 cal/gr °C
<b>Características eléctricas de la materia prima</b>	
Rigidez dieléctrica	20 a 40 kV/mm
Constante dieléctrica	3,2 a 3,6 (a 60 Hz)
Resistividad transversal a 20°C	> 10 <sup>16</sup> ohm/cm
<b>Características físicas de los tubos</b>	
Temperatura de reblandecimiento Vicat	> 80 °C
Estabilidad dimensional	5 %
Color	Gris, azul o crema
<b>Características mecánicas de los tubos</b>	
Resistencia al impacto	< 10%
<b>Características químicas de los tubos</b>	
Contenido en VCM	< 1 ppm

**PRESIONES**

- Presión de trabajo (Pt)

Es la máxima presión hidráulica (dinámica, estática o transitoria) que puede aplicarse continuamente en el interior de la tubería, una vez instalada definitivamente, con un alto grado de certeza de que no provocará la rotura del tubo. Se expresa en Kg /cm2.

La máxima presión de trabajo con la que se podrán utilizar los tubos de PVC en conducciones de agua a 20°C es de 10 Kg/cm².

- Presión normalizada (Pn)

Es la presión hidráulica interior de prueba sobre banco en fábrica, que sirve para designar, clasificar y timbrar los tubos y las piezas especiales. Se expresa en Kg/ cm2.

Los tubos comerciales habrán sufrido en fábrica la prueba a dicha presión normalizada sin acusar falta de estanqueidad.

Los valores de la presión normalizada adoptados en este pliego son: 4,0- 6,0- 10,0 -16,0 Kg/ cm².

- Presión de rotura (Pr):

Es la presión hidráulica interior que provoca la rotura del tubo en la prueba de larga duración, y se define como la presión hidráulica interior que produce una tensión en la pared del tubo, de orientación circunferencial, igual a la tensión de rotura a tracción (σ) del material que no será nunca inferior a 500 Kg/ cm².

Ecuación dimensional de los tubos

La presión de rotura y la tensión de rotura a tracción del material están relacionadas por la siguiente ecuación.

$$P_r = \frac{2 \times e}{D - e} \times \sigma$$

P<sub>r</sub> = Presión hidráulica de rotura en kg/cm².

σ = Tensión circunferencial de rotura a tracción del material en Kg/cm².

e = Espesor de la pared del tubo en mm.

D = Diámetro exterior del tubo en mm.

**COEFICIENTE DE SEGURIDAD**

El coeficiente de seguridad de las tuberías de PVC será como mínimo:

$$\frac{P_r}{P_n} \geq 1,5$$

Los tubos deben ser sensiblemente rectos y cilíndricos, exterior e interiormente. Su acabado será pulido y brillante, con coloración uniforme y tonalidad opaca que evite la penetración de la luz exterior.

No deben presentar ondulaciones, estrías, burbujas, rechupes, ni otros defectos que puedan perjudicar su normal utilización, tanto en la superficie exterior como en la interior o en una sección transversal.

Los tubos podrán ser trabajados mecánicamente (cortados, taladrados, fresados, etc.)

**UNIONES**

Se cumplirá lo especificado en los puntos 6.6 y 6.7. de la EN 1452-2 y lo descrito en el punto 6 de la EN 1452-6.

Los tipos de uniones a utilizar en este tipo de tuberías serán:



- Con enchufe y extremo liso con anillo elastomérico (en ocasiones es un doble anillo): Obtiene la estanquidad por la simple compresión de un anillo elastomérico.
- Unión mecánica: VER PUNTO 3.27: UNIONES DE INSTALACIÓN.

#### 4.17.3 CONTROL DE CALIDAD

- UNE-EN 805: Pruebas de la tubería de presión instalada: Prueba de presión (STP).
- Existencia de certificado de producto.
- UNE-EN 1452-2: (en fábrica):
  - Resistencia AL impacto.
  - Aspecto exterior.
  - Características geométricas.
  - Resistencia al diclorometano a temperaturas elevadas.

#### 4.17.4 IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Los tubos a presión se marcarán según se indica en el punto 14 de la EN 1452-2. Siendo el marcado mínimo requerido el siguiente:

- Número de la Norma de sistema, EN-1452.
- Nombre del fabricante y/o marca comercial.
- Material.
- Diámetro exterior nominal x espesor de pared.
- Presión nominal PN.
- Información del fabricante (Periodo fabricación y código de lugar de fabricación en el caso de que el fabricante produzca en lugares diferentes).

### 4.18 TUBERÍAS CORRUGADAS DE PVC

#### 4.18.1 NORMAS DEL PRODUCTO

- UNE 53-112: tubos y accesorios de policloruro de vinilo no plastificado para conducción de agua a presión.
- UNE 53-177. Parte I: Accesorios inyectados de policloruro de vinilo no plastificado para canalizaciones a presión. (Unión por adhesivo o rosca. Cotas de montaje).
- UNE 53-177. Parte II: Accesorios inyectados de policloruro de vinilo no plastificado para canalizaciones a presión. (Unión por junta elástica. Cotas de montaje).
- UNE 53331:97: "Plásticos, tuberías de Poli (cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterios para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas).
- UNE-EN 1452-1:2010: Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 1452-2:2010: Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 2Tubos"

- UNE-EN 1452-3:2011: Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 3: Accesorios.
- UNE-EN 1452-4:2010: Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 4: Válvulas y equipo auxiliar.
- UNE-EN 1452-5:2011: Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 5: Aptitud al uso del sistema.
- UNE-EN 1452-6:2002: Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 6: Práctica recomendada.
- UNE-EN 1452-7:2001: Sistema de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Conducciones con presión. Parte 6: Práctica para la evaluación de la conformidad.

#### 4.18.2 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Los tubos en un extremo terminan por el corrugado exterior en la zona del valle y por el otro en una embocadura termoconformada, con una superficie interior lisa.

Los diámetros interiores anteriores son mínimos, y las tolerancias maximizan dichos valores en +1%. Con objeto de asegurar en cada diámetro una capacidad hidráulica coherente con el diámetro nominal, las diferencias entre diámetros interiores y nominales deberán cumplir con:

$$DN - D_{int}(mm) \leq 10\% DN$$

#### RIGIDEZ CIRCUNFERENCIAL ESPECÍFICA

Se emplearán tuberías con una rigidez circunferencial específica mínima inicial: RCE inicial  $\geq 8$  kN/m<sup>2</sup> (según norma UNE EN ISO 9969), que atiende a la relación:

$$RCE = \frac{Ec \cdot I}{dm^3}$$

Ec = módulo de elasticidad del material

I = momento de inercia de la pared del tubo

dm = diámetro medio del tubo,

Para asegurar una rigidez suficiente a largo plazo, deberá cumplirse que: Coeficiente de fluencia a 2 años  $\leq 2$  (según UNE EN 9967) lo cual implica que RCE2 años  $\geq 4$  kN/m<sup>2</sup>.

#### COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

Para aguas limpias, y considerando sólo la pared del tubo, el coeficiente K (rugosidad absoluta) en la fórmula de Prandtl-Colebrook, que consideramos la más exacta será de 0,01 mm. Si se consideran las uniones el valor de K será de 0,1 mm.

Otros coeficientes para el tubo son:

- Coeficiente C de Hazen Williams = 150
- Coeficiente n de Manning = 0,007

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS

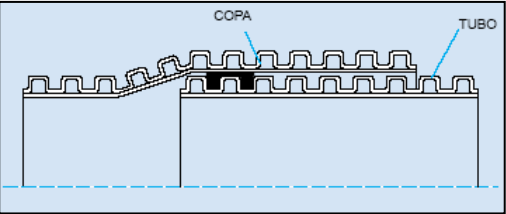
Ensayo / Característica	Norma	Valor
Rigidez Circunferencial Específica	UNE EN ISO 9969	≥8 KN/m2
Resistencia al Impacto	UNE EN 744	0ºC, percutor tipo d90
Temperatura de reblandecimiento Vicat	UNE EN 727	≥78ºC
Estanquidad de las uniones:		
-A presión interna	UNE EN 1277	1 bar, 30 min
- A presión externa	UNE EN 1277	1 bar, 30 min
Flexibilidad Anular	UNE EN 1446	30% deformación
Coeficiente de Fluencia	UNE EN ISO 9967	≤2.5 en dos años
Resistencia al diclorometano	UNE EN 580	15ºC y 30 minutos

UNIONES

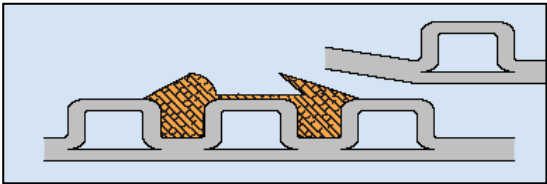
Los tipos de uniones a utilizar en este tipo de tuberías serán:

- Con enchufe y extremo liso con anillo elastomérico (en ocasiones es un doble anillo): Obtiene la estanquidad por la simple compresión de un anillo elastomérico.
- Unión mecánica: VER PUNTO 3.27: UNIONES DE INSTALACIÓN
- Con enchufe y extremo liso con anillo elastomérico

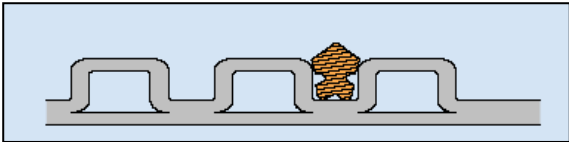
Los tubos corrugados de doble pared se unen entre ellos mediante una junta elástica posicionada en los valles del perfil corrugado del cabo de un tubo, produciendo la estanquidad con la superficie interior de la copa del otro tubo.



Para asegurar un montaje correcto y evitar que la junta elástica se desplace de su alojamiento, dicha junta será de doble cuerpo hasta DN500 y cuerpo simple a partir de DN600:



Detalle junta para DN 160 a 500



Detalle junta para DN600, 800 y 1000.

El material de las juntas será EPDM (Etileno Propileno Dieno-Monómero) con una dureza de 55 ± 5° Shore.

Las juntas cumplirán con las especificaciones dictadas en la Norma UNE-EN 681-1:

- Curva Reométrica: Patrón
- Densidad (g/cm3): 1,10 ± 0,05
- Dureza (°Shore A): 50 ± 5
- Resistencia a Tracción (MPa): ≥ 9
- Alargamiento a la Rotura (%): ≥ 375
- Deformación Remanente por compresión (%) - (23ºC a 72 h): ≤ 12
- Envejecimiento en aire (7días a 70ºC)
- Cambio de Dureza (%): +8/-5
- Cambio de resistencia a tracción (%): 0/-20
- Cambio de alargamiento a la rotura (%): +10/-30
- Relajación de Esfuerzos (%) (7 días a 23ºC): ≤ 14
- Cambio de Volumen en Agua (%) (7 días a 70ºC): +8/-1
- Resistencia al Ozono: Sin grietas a simple vista

4.18.3 CONTROL DE CALIDAD

UNE 53486:92: Tubería corrugada de PVC para drenaje.

- Aspecto externo (t).
- Marcado de los tubos.
- Tubería corrugada de PVC para drenaje. Características geométricas (diámetros y perforaciones).
- Tubería corrugada de PVC para drenaje. Coeficiente Oculación.
- Tubería corrugada de PVC para drenaje. Resistencia al impacto.

#### 4.18.4 IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Tubos marcados conforme a lo establecido en la norma UNE 53486:

- Nombre comercial,
- Siglas PVC,
- Diámetro nominal
- En el caso de marcado con etiqueta, además:
  - Longitud,
  - Fecha de fabricación y
  - Referencia norma UNE 53-486:92.

### 4.19 TUBERÍAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

#### 4.19.1 NORMAS DEL PRODUCTO

- Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión (CEDEX).
- UNE 53394:2006: Código de instalación y manejo de tubos de polietileno para conducción de agua a presión. Técnicas Recomendadas.
- UNE-EN 12201-1:2012: Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE). Conducciones con presión. Parte 1.
- UNE-EN 12201-2:2012: Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE). Conducciones con presión. Parte 2.
- UNE-EN 12201-3:2012: Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE). Conducciones con presión. Parte 3.
- UNE-EN 12201-4:2012: Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE). Conducciones con presión. Parte 4.
- UNE-EN 12201-5:2012: Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE). Conducciones con presión. Parte 5.
- UNE 53394:2006: Código de instalación y manejo de tubos de PE para conducciones de agua a presión. Técnicas recomendadas.
- UNE 53365:2006: Plásticos. Tubos y accesorios de PE de alta densidad para canalizaciones subterráneas, enterradas o no, y empleadas para la elevación y desagüe. Características y métodos de ensayo.
- UNE 53331:97: Plásticos, tuberías de Poli (cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterios para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas).

#### 4.19.2 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

El PE admitido en este pliego como materia prima, es un plástico derivado del etileno al que se somete a un proceso de calor y presión que provoca su polimerización. Los diferentes procesos de polimerización desarrollados para la producción industrial del polietileno requieren determinadas condiciones de presión y temperatura y la presencia de catalizadores. La variación de estas condiciones durante el proceso de polimerización permite la obtención de productos de características diferentes.

#### FABRICACIÓN

##### 1. Proceso de alta presión.

La polimerización llevada a cabo a altas presiones (250-300 atm.) da como resultado el polietileno de Baja densidad. El polietileno polimerizado en este proceso cristaliza al enfriar la masa fundida, ordenándose las largas cadenas moleculares en subsectores cristalinos. La proporción de zona cristalina ronda el 50%, por estar las cadenas que forman la molécula de polietileno muy ramificadas. La mayor presencia de zonas amorfas y la dificultad de agrupación por el alto grado de ramificación, conlleva una baja densidad del material que oscila entre 0.910 y 0.930 gr/cm<sup>3</sup>.

##### 2. Proceso de baja presión:

La polimerización llevada a cabo a bajas presiones, 30-40 atm., da como resultado el polietileno de Alta densidad. La cristalinidad llega, en este caso, hasta el 85% y las cadenas moleculares que forman el polímero están muy poco ramificadas, formando una estructura lineal. El predominio de las zonas cristalinas facilita la agrupación y empaquetamiento de las moléculas y, por lo tanto, una mayor densidad del material que oscila entre 0.940 y 0.960 gr/cm<sup>3</sup>.

Según la norma UNE-EN 12201 y UNE-EN 13244, los materiales para la fabricación de tubos de polietileno de alta densidad estarán formados por:

- Polietileno de alta densidad.
- Negro de carbono.
- Antioxidantes.

Las tuberías de polietileno de Alta densidad se fabrican con la adición de copolímeros, lo cual permite obtener polietilenos con características mecánicas superiores. No se empleará el polietileno de recuperación.

#### DESCRIPCIÓN SUMARIA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso de fabricación garantizará la homogeneidad de la mezcla de materia prima y los aditivos que se han descrito en el epígrafe anterior. La mezcla se manipulará a una presión y temperatura controladas que variarán dependiendo si el producto resultante es polietileno de baja, media, o alta densidad. En dicho proceso de fabricación la consistencia de P.E. pasará de sólido granulado a fluido pastoso, lo que permitirá extrusionar la mezcla que, posteriormente, pasará a

un tanque de vacío, donde la tubería resultante será conformada y calibrada en sus dimensiones definitivas.

El controlador del proceso regula la producción y la calidad de la tubería, en función de los datos de partida y del instrumental de control correspondiente:

- La dosificación de materia prima controlado por gravimetría.
- Temperatura de calentamiento.
- Número de revoluciones del husillo.
- Velocidad de tirado de la tubería.
- Temperatura de enfriamiento.
- Grosor de las paredes de la tubería con un sensor de ultrasonidos.

FABRICACIÓN EN SERIE

Las instalaciones de fabricación tanto para los tubos como para los accesorios de polietileno y las piezas especiales de fundición, estarán preparadas para la elaboración en serie obedeciendo a normas de tipificación compatibles con el presente Pliego.

PROPIEDADES FÍSICAS

Aunque las propiedades de este material varían según los métodos de obtención, en general este plástico es sólido, incoloro, translúcido, termoplástico, graso al tacto y blando en pequeños espesores, siempre flexible, inodoro, no tóxico, se descompone a unos 300°C.

MÓDULO DE ELASTICIDAD

El polietileno es un material que no es elástico ni plástico, por lo que no se le pueden aplicar las leyes puras de la mecánica clásica. Por su carácter viscoelástico la deformación sufrida por el polietileno no es directamente proporcional a la carga aplicada ni es independiente del tiempo de aplicación de la carga. Los valores del Módulo de elasticidad del polietileno de Alta densidad a corto plazo es de 900 MPa, y de 200 MPa a largo plazo.

DENSIDAD

La densidad es función del proceso de polimerización empleado, pero depende fundamentalmente, del grado de ramificación. La densidad de las resinas se mantiene en un rango de 0.910 a 0.960 gr/cm3.

Una mayor densidad, como consecuencia de una mayor proporción de zonas cristalinas, aumenta la rigidez y la dureza.

	BAJA DENSIDAD	MEDIA DENSIDAD	ALTA DENSIDAD
Presión en la polimerización.	Alta	Media	Baja
Grado de ramificación.	Alta	Media	Baja
Zona cristalina	50%	75%	85%
Densidad	0.910-0.930	0.930-0.940	0.940-0.960

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

El elevado coeficiente de dilatación térmica lineal, 2\*10-4 m/m/°C, con respecto a otros materiales queda contrarrestado por la flexibilidad del material. Las deformaciones térmicas son absorbidas por el material sin la creación de tensiones apreciables a lo largo de la conducción. El aislamiento térmico del polietileno reduce el riesgo de rotura frágil en caso de heladas.

Las características resistentes de las tuberías de P.E. tanto de baja como de media o alta densidad, se ven afectadas por la elevación de la temperatura del líquido que transportan, reduciéndose así la presión máxima de trabajo. La temperatura a partir de la cual el P.E. pierde resistencia es de 45°C, aproximadamente.

PUNTO DE REBLANDECIMIENTO

Sin la ayuda de plastificantes, se reblandece a 115°C, pero hay que señalar que su punto de fusión está muy próximo al de reblandecimiento, particularidad que se atribuye a su grado de cristalinidad, que se estima en un 70% a temperatura ordinaria.

RESISTENCIA AL IMPACTO

El bajo módulo de elasticidad del polietileno les confiere un carácter muy resistente a impactos bruscos, o elevadas tensiones instantáneas. La deformabilidad e inalterabilidad a bajas temperaturas protegen a la tubería de roturas frágiles por impacto o ciclos de carga y descarga.

La velocidad de propagación de las ondas de sobrepresión en el golpe de ariete es 5 veces menor que en el acero, por lo que el peligro de sobrepresión por cierre rápido se reduce en la misma proporción.

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

La escasa rugosidad del material reduce el coeficiente de rozamiento y, con ello, la abrasión de las superficies.

La reducción de espesor en las paredes por efecto de la erosión conlleva aumento de la tensión y, por tanto, menor durabilidad.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

El polietileno es un material no conductor eléctrico, lo que permite prescindir de protecciones catódicas en las instalaciones. No se producen reacciones electrolíticas que provoquen corrosión por efectos de potenciales eléctricos diferenciales.

RESISTENCIA AL TIEMPO

En un plazo de 50 años las características se mantienen imperturbables o dentro de los márgenes de seguridad de diseño.

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

La resistencia a la corrosión es muy elevada. Los halógenos y el azufre se difunden a través de él. En cambio, tiene excelente resistencia ante el flúor y ácido fluorhídrico.

Es afectado por la acción nociva del oxígeno durante una exposición prolongada a la intemperie, lo que se traduce en un endurecimiento y disminución de sus propiedades. Ello hace necesario el uso de antioxidantes.

**ATOXICIDAD**

Las tuberías de polietileno son inodoras, insípidas y atóxicas, conserva por tanto las cualidades organolépticas del agua intactas. El polietileno es absolutamente inocuo y se considera insoluble y neutro frente a los humores del organismo humano.

**RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS**

El polietileno es una poliolefina de alto peso molecular con una estructura apolar similar a la de los hidrocarburos parafínicos, lo que les proporciona una excelente resistencia a los agentes químicos. No sufre ninguna alteración por efecto del agua del mar, terrenos salinos o ácidos, así como vertidos urbanos e industriales.

El polietileno es insoluble en todos los disolventes inorgánicos a 20°C. Resiste soluciones salinas acuosas, así como ácidos y álcalis. Muestras sumergidas durante horas a 100°C en ácido nítrico, clorhídrico y sosa cáustica, no presentan alteraciones.

Únicamente el agente oxidante muy fuertes, como los peróxidos y ácidos a alta concentración, así como los halógenos, lo atacan después de una actuación permanente y prolongada.

**ESTABILIDAD A LA INTEMPERIE**

El negro de humo y los estabilizadores añadidos al polietileno en su proceso de fabricación confieren a las tuberías la resistencia contra los ataques de la componente ultravioleta de la luz solar, al oxígeno del aire y al eventual envejecimiento térmico.

Las tuberías con cualquier otro tipo de pigmento diferente del negro de humo, deben ser protegidas contra la acción de los rayos ultravioletas.

**COEFICIENTE DE FRICCIÓN**

Se adopta para las superficies internas de los tubos un valor promedio de  $k = 0.01 \text{ mm}$ , el cual permite transportar más caudal de agua a igualdad de sección que un tubo de cualquier otro material.

**FLEXIBILIDAD**

La flexibilidad de las tuberías de polietileno permite la fabricación y transporte de tuberías en rollos o bobinas de gran longitud.

Las tuberías de polietileno están especialmente indicadas para conducciones enterradas en suelos movedizos o baja capacidad portante, puesto que los asentamientos diferenciales pueden ser absorbidos por la tubería sin riesgo de fugas.

\* Valores de las características técnicas del PE.

PROPIEDADES	UNIDADES	PE.100
Densidad	Kg/ m3	0.955
Resistencia a la tracción elástica.	Mpa	>19
Alargamiento a la rotura	%	>350
Tensión mínima requerida (MRS)	Mpa	10.0
Módulo de elasticidad	Mpa	900
Dureza Shore	Escala D	65
Coefficiente de dilatación lineal	mm/ m °C	0.22
Índice de fluidez	g/ 10 min	0.1
Contenido en negro de carbono	%	2.5
Conductibilidad térmica	Kcal/m °C	0.37
Constante dieléctrica	-	2.5
Tiempo inducción oxidación 210°C	Minutos	>10
Comportamiento al calor	%	<3
Coefficiente de diseño	-	1.25
Tensión de diseño os	Mpa	8.0
Resistencia a la presión interna	Mpa	Según especificaciones técnicas

**ADITIVOS**

El uso de aditivos en la fabricación del polietileno, bien sean lubricantes, o antioxidantes, está destinado a dificultar la degradación del plástico, prolongando su vida. También se podrán añadir colorantes y pigmentos, que además de cumplir el mismo fin hagan opacas las tuberías para no favorecer la proliferación de colonias de algas y bacterias en el interior de las conducciones.

**ACCESORIOS DE LAS TUBERÍAS**

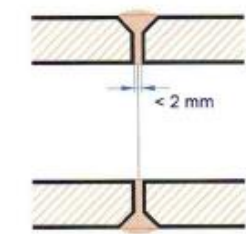
No se contempla el uso de accesorios (codos, tes, derivaciones...) de PEAD.

Las piezas especiales existentes estarán fabricadas con chapa de acero galvanizado en caliente de 8 mm de espesor.

**UNIONES**

Los tipos de uniones a utilizar en este tipo de tuberías serán:

- Uniones por termofusión: o soldadura a tope, son uniones sin aporte de material.



Unión soldada a tope

1. Bridas: En algunos casos los tubos a unir estarán acabados en extremo liso con pieza especial de polietileno, soldándose igualmente por termofusión. Las bridas pueden ser móviles (soldadas o roscadas) o fijas (incorporadas).
2. Manguitos electrosoldables.
3. Uniones por termofusión o soldadura a tope:

La soldadura a tope, en tuberías de PEAD, se realiza con elementos calefactores externos. Las superficies a unir se calientan con un elemento calefactor a la temperatura establecida para las soldaduras, juntándose a presión, previamente tabulada para cada clase de tubo. Una vez plastificado el material de los dos extremos, que se encuentran a una temperatura de  $210 \pm 10^\circ\text{C}$ . Esta tipología de soldadura se realiza sin aporte de material.

**CONTROL DE CALIDAD**

- Certificado de producto vigente conforme a la norma UNE-EN 12201, que incluya en su alcance el tipo de tubería suministrada
- UNE-EN 12201:
  - Resistencia hidrostática.
  - Características geométricas.
  - Marcado de los tubos.
  - Aspecto y color (t).

**4.19.3 IDENTIFICACIÓN Y MARCADO**

Todos los tubos y piezas especiales deben ir marcados con, al menos, las siguientes identificaciones:

- Nombre del suministrador, fabricante o nombre comercial.
- Fecha de fabricación (mes y año).
- Tipo de material.
- Diámetro nominal, DN.
- Presión nominal, PN.
- Espesor nominal, e. (no necesariamente en las piezas especiales).
- Referencia a la norma UNE correspondiente en cada aplicación.
- Marca de calidad en su caso.

Estas indicaciones deben realizarse en intervalos no mayores de 1 m. El marcado puede realizarse bien por impresión, proyección o conformado directamente en el tubo de forma que no pueda ser origen de grietas u otros fallos.

**4.20 SEÑALIZACIONES DE CONDUCCIONES**

**4.20.1 OBJETIVO**

Facilitar la identificación, mediante el uso del color, de la naturaleza, de un fluido que se transporte por tuberías, su estado y su sentido de circulación.


**4.20.2 APLICACIÓN**

Con el fin de facilitar la señalización de las tuberías que transporten fluidos (requisito prescrito en el art.º 125 de la OGSHT) se adoptarán para su representación los criterios de aplicación siguientes:

- Cuando resulte suficiente especificar la naturaleza del fluido, podrá utilizarse solamente el color básico.
- Cuando además de la naturaleza del fluido resulte necesario especificar su estado, se utilizará, además del color básico, otro denominado complementario, que se ubicará sobre el básico.

**4.20.3 COLORES BÁSICOS Y COMPLEMENTARIOS**

Su definición Los colores básicos y complementarios a utilizar en las conducciones serán los especificados en la Colores básicos y complementarios según el sistema CIE. Su definición, de acuerdo con el sistema CIE, será preferentemente la indicada en la siguiente tabla.

Color		Coordenadas Cromáticas		Factor de Luminancia
		x	y	(%)
VERDE		0,273	0,399	9,2
ROJO		0,602	0,324	7,5
AZUL		0,190	0,185	8,11
AMARILLO		0,480	0,481	60,6
NEGRO		0,293	0,307	3,8
BLANCO		0,310	0,320	84,4
GRIS		0,314	0,328	28,7
MARRON		0,389	0,362	13,5
NARANJA		0,577	0,383	19
VIOLETA		0,333	0,237	13,8

Se utilizan los colores descritos por la norma DIN-2403 por ser más racional, actual y eficaz que la UNE-1063. Ésta, por ser copia de la antigua DIN y no haber sido actualizada, se encuentra obsoleta. No obstante, entre ambas normas existen criterios encontrados, por ejemplo, en los referentes al color a utilizar para señalar "Líquidos y gases químicos". Los productos en que no existe coincidencia según estas normas se indican con un asterisco (\*) en la Color identificativo de tuberías según DIN-2403:



Fluido	Color Básico	Estado Fluido	Color Complementario	Ejemplo
ACEITES	Marrón	Gas-oil	Amarillo	
		De alquitrán	Negro	
		Bencina	Rojo	
		Benzol	Blanco	
*ÁCIDO	Naranja	Concentrado	Rojo	
AIRE	Azul	Caliente	Blanco	
		Comprimido	Rojo	
		Polvo carbón	Negro	
AGUA	Verde	Potable	Verde	
		Caliente	Blanco	
		Condensada	Amarillo	
		A presión	Rojo	
		Salada	Naranja	
		Uso industrial	Negro	
		Residual	Negro + Negro	
ALQUITRÁN	Negro			
BASES	Violeta	Concentrado	Rojo	
GAS	Amarillo	Depurado	Amarillo	
		Bruto	Negro	
		Pobre	Azul	
		Alumbrado	Rojo	
		De agua	Verde	
		De aceite	Marrón	
		* Acetileno	Blanco + Blanco	
		* Ácido carbónico	Negro + Negro	
		* Oxígeno	Azul + Azul	
		* Hidrógeno	Rojo + Rojo	
		* Nitrógeno	Verde + Verde	
		* Amoniaco	Violeta + Violeta	
VACÍO	Gris			
VAPOR	Rojo	De alta	Blanco	
		De escape	Verde	

4.20.4 FORMA DE APLICACIÓN

Las tuberías podrán pintarse con el color básico en: toda su longitud, una cierta longitud o en una banda longitudinal. Siempre se pintarán en proximidad a válvulas, empalmes, salidas de empotramientos y aparatos de servicio que formen parte de la instalación. La anchura del anillo del color complementario será como mínimo igual al diámetro de la tubería. Cuando el color básico esté pintado solamente en forma de banda longitudinal, el anillo se sustituirá por una banda transversal de la misma altura que la banda del color básico.

4.20.5 SENTIDO DE CIRCULACIÓN

Cuando resulte necesario reflejar el sentido de circulación del fluido transportado, ello podrá indicarse mediante: Una flecha, de color blanco o negro, de forma que contraste con el color básico de fondo. Caso de utilizarse la señalización mediante una banda longitudinal, el sentido de circulación podrá determinarse por la extremidad puntiaguda de la banda.

4.21 PIEZAS ESPECIALES METÁLICAS

4.21.1 NORMAS DEL PRODUCTO

- UNE-EN 10025:1994. Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Condiciones técnicas de suministro.
- UNE-EN 10224:2003/A1:2006. Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro.
- UNE-EN 15609-1:2005. Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos.
- API (American Petroleum Institute) 5L (2000). Especificación para tuberías de conducción.
- DIN (2573, 2576, 2502...) para bridas, codos, reducciones.

4.21.2 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Debe cuidarse que todos los elementos estén bien acabados, con espesores uniformes y cuidadosamente trabajados, de manera que las paredes exteriores, y especialmente las interiores, queden regulares, lisas, exentas de rebabas, fisuras, oquedades, incrustaciones u otros defectos que puedan afectar a sus características hidráulicas o mecánicas.

Todos los componentes deben, igualmente, presentar una distribución uniforme de color, densidad y demás propiedades, debiendo ser su sección circular, con sus extremos cortados perpendicularmente a su eje, no debiendo tener otros defectos que los de carácter accidental o local que queden dentro de las tolerancias admisibles.

PIEZAS DE CONEXIÓN

a) Piezas para derivaciones: Tes

Se llama así a las derivaciones en ángulo, entre las que siempre serán preferibles aquellas que presenten una superficie interior sin aristas vivas, verificándose el paso del agua de uno a otro tubo, con las menores pérdidas de carga. Se recomienda que en el plano de sección que pasa por los ejes de las tuberías, el radio de acuerdo sea de cuatro a cinco veces el radio del ramal derivado, abocinándose el resto, de modo que la superficie de transición sea siempre tangente a este, a lo largo de la misma directriz.

- b) Cambios de sección
- a. Reducciones
  - b. Ampliaciones

Los cambios de sección deben verificarse mediante una pieza troncocónica, de modo que los pasos de un diámetro a otro se realicen sin brusquedades, con el fin de evitar en lo posible turbulencias y cavitaciones en el interior de la conducción.

- c) Cambios de dirección: Codos
- d) Otras derivaciones

Todas las derivaciones no incluidas en lo anteriormente descrito, presentarán una superficie interior sin arista viva, efectuándose el paso del agua con la menor pérdida de carga posible.

REVESTIMIENTOS

Las piezas especiales deberán estar protegidas contra la corrosión mediante el sistema de pinturas especificado para la calderería. Se recomienda seguir lo especificado en el "Manual de corrosión y protección de tuberías" de AEAS (2001).

SOLDADURAS

Las operaciones de soldeo del montaje deberán preservarse de los efectos perjudiciales causados por la humedad, baja temperatura y viento.

En general se suspenderán los trabajos de soldeo cuando la temperatura baje de los 0°C, aunque, en casos de urgencia y previa autorización de la Dirección Facultativa, se podrá seguir soldando

hasta la temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$  adoptando medidas para evitar un enfriamiento rápido del metal depositado (p. ej. precalentamiento del metal de base)

Defectos a considerar en el examen visual de soldaduras:

- Grietas
- Poros y sopladuras
- Discontinuidades en la longitud especificada

Tras la inspección y aceptación de las piezas especiales montadas se limpiarán las zonas de soldadura efectuadas en obra, se terminará aplicándole el sistema de pintura especificado para la calderería.

Para la verificación de uniones soldadas se dispondrá lo siguiente:

### **CORDONES EN ÁNGULO**

Se inspeccionará al menos un 20% de todos los cordones en ángulo, bien mediante líquidos penetrantes (en perfiles sin pintar), bien mediante partículas magnéticas (en perfiles pintados), de acuerdo, respectivamente con lo dispuesto en las normas UNE-EN 571-1 Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte1: Principios generales y UNE-EN 1290 Examen no destructivo de uniones soldadas. Examen de uniones soldadas mediante partículas magnéticas.

### **UNIONES A TOPE**

Se inspeccionará al menos un 20% del total de las uniones a tope con penetración completa, y el 50% de las sometidas fundamentalmente a esfuerzos de tracción serán inspeccionados mediante ultrasonidos, en función de la posición de la costura o del espesor de la pieza, de acuerdo con lo dispuesto en la norma UNE-EN 1714 Examen no destructivo de soldaduras. Examen ultrasónico de uniones soldadas.

## **4.22 UNIONES DE INSTALACIÓN**

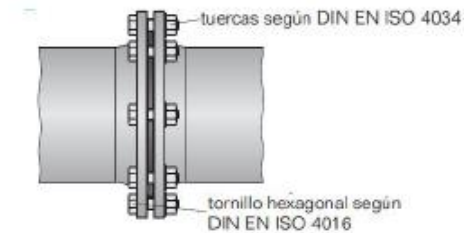
### **4.22.1 NORMAS DEL PRODUCTO**

- Norma UNE-EN 1092-1: Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero.
- Norma UNE-EN 1092-2: Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 2: Bridas de fundición.
- Norma UNE-EN 1092-3: Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 3: Bridas de aleación de cobre.
- Norma UNE-EN 1092-4: Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 4: Bridas de aleación de aluminio.

### **4.22.2 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES**

- Uniones mediante bridas. Las uniones mediante bridas se instalan interponiendo entre las dos coronas una arandela de material elastomérico centrada, que es comprimida con los

tornillos pasantes de la unión, mediante llave dinamométrica. Las tuercas deben apretarse alternativamente. Si debido a la existencia de fugas de agua fuese necesario ajustar más las bridas, esta operación se haría también así. Las uniones por bridas se realizarán en tuberías de PEAD (pieza completa, incluida la brida, de PEAD) y piezas especiales de calderería.



- Uniones mecánicas. Las uniones mecánicas están constituidas, en general, por elementos metálicos, independientes del tubo, material elastomérico y tornillos con collarín de ajuste o sin él. Los extremos de los tubos no han de quedar a tope, sino con un pequeño huelgo. En los elementos mecánicos hay que comprobar que no hay rotura ni defectos de fundición, en su caso, examinándose el buen estado de los filetes de las roscas de los tornillos y de las tuercas y comprobándose también que los diámetros y longitudes de los tornillos son los que corresponden a la unión propuesta y al tamaño del tubo.

## **4.22.3 EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE**

El embalaje, manipulación y transporte será el adecuado para evitar cualquier tipo de daño al material recibido en obra

## **4.23 VÁLVULAS DE COMPUERTA**

### **4.23.1 NORMAS DEL PRODUCTO**

- UNE-EN 1074-2:2000: Requisitos de funcionamiento.
- UNE-EN 1092: Taladros de las bridas.
- UNE-EN 736-1: Válvulas. Terminología. Parte 1: Definición de los tipos de válvulas.
- UNE-EN 736-2: Válvulas. Terminología. Parte 2: Definición de los componentes de las válvulas.
- UNE-EN 736-3: Válvulas. Terminología. Parte 3: Definición de términos.
- UNE-EN 1503: Válvulas Materiales para los cuerpos, caperuzas y cubiertas.

### **4.23.2 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES**

Se optará por utilizar válvulas de compuerta de última generación, con una alta garantía de vida útil gracias a la utilización de elementos y materiales de alta calidad, una protección reforzada contra los riesgos de corrosión y un chequeo y verificado de cada unidad a instalar en banco de pruebas homologado.



Están constituidas básicamente por un cuerpo, tapa, obturador, husillo o vástago y mecanismo de maniobra.

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

- Diámetro utilizado: 50-80-100-150-200-300 mm
- Presión de trabajo PN 16.
- Cuerpo y tapa: Fundición dúctil GGG-50 revestida totalmente de epoxi de espesor mínimo 150 micras.
- Tornillería con tratamiento anticorrosión (zincada).
- Compuerta: guiada vulcanizada con caucho EPDM y con tuerca fija.
- Eje de maniobra: Acero inoxidable AISI 420 comprimido en frío.

El diseño de las válvulas de compuerta debe ser tal que sea posible desmontar y retirar el obturador sin necesidad de separar el cuerpo de la válvula de la tubería. Asimismo, debe ser posible sustituir o reparar los elementos de estanquidad del mecanismo de maniobra, estando la conducción en servicio, sin necesidad de desmontar la válvula ni el obturador.

La parte inferior del interior del cuerpo, en general, no debe tener acanaladuras, de forma que una vez abierta la válvula no haya obstáculo alguno en la sección de paso del agua, ni huecos donde puedan depositarse sólidos arrastrados por el agua.

La sección de paso debe ser como mínimo el 90% de la correspondiente al DN de la válvula, debiendo mantenerse en la reducción de sección perfiles circulares sin que existan aristas o resaltos.

La presión de trabajo de los elementos de unión de los aparatos de valvulería será como mínimo igual que la especificada para dichos aparatos

La unión de las válvulas se realizará mediante bridas. Ésta se efectúa, intercalando un racor por un lado y un carrete de desmontaje por el otro.

La unión con bridas es desmontable gracias a los carretes de desmontaje.

#### **4.23.3 CONTROL DE CALIDAD**

- UNE-EN1074-1:
  - Resistencia mecánica a la presión
  - Resistencia mecánica a la fatiga
  - Resistencia a productos fertilizantes (ISO 9635)
  - Estanqueidad

#### **4.23.4 IDENTIFICACIÓN Y MARCADO**

El marcado de las válvulas debe ser conforme a lo especificado por la norma UNE-EN 19:1993, debiendo marcarse en todas las válvulas, de forma fácilmente legible y durable, como mínimo lo siguiente:

- Nombre del suministrador, fabricante o razón comercial.

- Fecha de fabricación y/o montaje.
- Diámetro nominal (DN).
- Presión nominal (PN).
- Material del cuerpo. Se especificará la abreviatura correspondiente al material empleado seguido por las siglas de la Norma que emplee dicha abreviatura (por ejemplo, FGE 42-12 UNE).
- Referencia a la norma de aplicación en cada caso.
- Marca de Calidad, en su caso.
- Identificación de su colocación en relación con el sentido del flujo, cuando haya lugar.

En el caso de válvulas de pequeño tamaño, es suficiente con el marcado sobre las mismas de: Nombre del suministrador fabricante o razón comercial, DN, PN y material del cuerpo, debiendo las restantes figurar en una etiqueta adjunta al suministro.

#### **4.23.5 EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE**

El embalaje, manipulación y transporte será el adecuado para evitar cualquier tipo de daño al material recibido en obra. Se tendrá en cuenta la altura de acopio indicado por el fabricante.

#### **4.24 VÁLVULAS DE MARIPOSA**

Válvulas de mariposa esférica estanca, estanqueidad total aguas arriba/abajo según norma ISO 5208 categoría A, eje centrado y cuerpo recubierto totalmente de un elastómero intercambiable.

##### **4.24.1 NORMAS DEL PRODUCTO**

- Norma UNE-EN 736-1:96: Válvulas. Terminología. Parte 1: Definición de los tipos de válvulas.
- Norma UNE-EN 736-2:98: Válvulas. Terminología. Parte 2: Definición de los componentes de las válvulas.
- Norma UNE-EN 736-3:2008: Válvulas. Terminología. Parte 3: Definición de términos.
- UNE-EN 1074-1:2001: Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 1074-2:2001: Requisitos de funcionamiento de las válvulas de mariposa.
- Norma UNE-EN 1074-3:2001: Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 3: Válvulas antirretorno.
- Norma UNE-EN 1074-4:2001: Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 4: Purgadoras y ventosas.
- Norma UNE-EN 1074-5:2001: Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 5: Válvulas de control.
- UNE-EN 593:2009: Válvulas industriales. Válvulas metálicas de mariposa.
- UNE-EN 1503: Válvulas Materiales para los cuerpos, caperuzas y cubiertas.

##### **4.24.2 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES**

Estas válvulas se caracterizan por:

- Mecanismos robustos.
- Desmultiplicación adaptada.
- Diseño modular variable.
- La disposición del mecanismo puede cambiarse fácilmente.
- Diseño libre de mantenimiento mecanismo blindado.
- Diseño ulterior de un actuador eléctrico fácilmente posible.
- Doble excentricidad del disco en el cuerpo, el comienzo del movimiento de apertura ocasiona un movimiento de rotación con un movimiento superpuesto de traslación, por tanto:

a) El disco no toca el asiento del cuerpo a partir del movimiento de apertura de unos pocos grados evitando fricción en el anillo-junta

b) En posición abierta, el anillo junta queda libre de tensiones

c) Hay muy poco desgaste entre el anillo-junta y el asiento o

- Eficaz unión de disco y eje mediante chavetas

a) La fijación del disco sobre el eje continúa efectuándose mediante una chaveta probada y robusta que asegura la transmisión firme de fuerzas sin vibración, incluso en caso de carga dinámica muy alta.

b) La chaveta está fijada con precisión y asegura la unión de eje y disco como si se tratase de una sola pieza de fundición

c) Dispositivo especial de retención de la chaveta

- Zona de cojinete y de estanqueidad: Eje de accionamiento y muñón

El eje de giro puede ser único o constar de dos partes o semiejes y, asimismo, puede ser excéntrico o estar situado en el plano de simetría del obturador. Las maniobras de apertura y cierre se realizan por medio de un mecanismo de desmultiplicación.

Las válvulas deben instalarse en arquetas, registros o cámaras con el eje o semiejes en posición horizontal. En el caso de válvulas con dos semiejes, deben montarse de forma que éstos queden aguas arriba en relación a la mariposa.

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

- Diámetros nominales: 100 -150 - 250 - 300 – 400 - 500 - 600- 700 - 800 -1000 – 1200 - 1400 mm
- Presiones nominales: PN 16
- Temperaturas de servicio: (-20) °C hasta (+70) °C
- Diseño: según EN 593.
- Accionamiento: Mecanismo de husillo manual con desmultiplicador o por actuador eléctrico.

### **MATERIALES**

- Cuerpo: Fundición dúctil GGG – 40.
- Disco: Acero inoxidable AISI 316
- Junta de EPDM vulcanizada.
- Eje: Acero inoxidable AISI 420
- Estanqueidad: sin mantenimiento
- Unión disco/eje: mediante chaveta con freno incorporado
- Protección: Epoxi mínimo 150 micras.

### **4.24.3 CONTROL DE CALIDAD**

Los ensayos a que se someterán en el banco de pruebas del fabricante serán:

- UNE-EN1074-1: Válvulas.
  - Resistencia mecánica a la presión
  - Resistencia mecánica a la fatiga
  - Resistencia a productos fertilizantes (ISO 9635)
  - Estanqueidad

### **4.24.4 IDENTIFICACIÓN Y MARCADO**

El marcado de las válvulas debe ser conforme a lo especificado por la norma UNE-EN 19:2002, debiendo marcarse en todas las válvulas, de forma fácilmente legible y durable, como mínimo lo siguiente:

- Nombre del suministrador, fabricante o razón comercial
- Fecha de fabricación y/o montaje
- Diámetro nominal (DN)
- Presión nominal (PN)
- Material del cuerpo. Se especificará la abreviatura correspondiente al material empleado seguido por las siglas de la Norma que emplee dicha abreviatura.
- Referencia a la norma de aplicación en cada caso
- Marca de Calidad, en su caso
- Identificación de su colocación en relación con el sentido del flujo, cuando haya lugar

En el caso de válvulas de pequeño tamaño, es suficiente con el marcado sobre las mismas de: Nombre del suministrador fabricante o razón comercial, DN, PN y material del cuerpo, debiendo las restantes figurar en una etiqueta adjunta al suministro.

### **4.24.5 EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE**

El embalaje, manipulación y transporte será el adecuado para evitar cualquier tipo de daño al material recibido en obra. Se tendrá en cuenta la altura de acopio indicado por el fabricante

## 4.25 VENTOSAS TRIFUNCIONALES

La acumulación del aire sin posibilidad de eliminación constituye un riesgo grave de rotura para las conducciones y, en todo caso, disminuye la sección útil de la misma y, en consecuencia, aumentan las pérdidas de carga, se considera importante que sean elementos de funcionamiento muy seguro, por cuyo motivo deberán usarse del tipo trifuncional de dos cuerpos con purga automática. El cuerpo de llenado y vaciado será de paso total sin reducciones de sección en ningún punto.

Las ventosas contempladas en el proyecto estarán dispuestas en la conducción de entrada y salida, arquetas de unión con tuberías existentes y serán de los siguientes diámetros: 50-80-100-150-200 y presión de trabajo de 1,6 MPa.

### 4.25.1 NORMAS DEL PRODUCTO

- UNE-EN 1074-4: Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Parte 4: Purgadoras y ventosas.

### 4.25.2 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Las ventosas serán de fundición dúctil y con revestimiento epoxi, sus funciones serán:

- a) Eliminación del aire durante el proceso de llenado de la conducción.
- b) Admisión de aire durante el proceso de vaciado.
- e) Eliminación de aire en presión con la conducción llena y en funcionamiento.

En consecuencia, es necesario situarlas en los puntos altos de la red, en los cambios de rasante, en conducción cada 500 m como máximo y en aquellos puntos en los que por sus características se recomienden. (entrada y salida de los colectores de bombeo).

El diseño general de las ventosas será tal que garantice la expulsión del aire almacenado en la tubería, incluso con la máxima presión de régimen y sin que su funcionamiento produzca golpes de ariete superiores a los prefijados por este concepto, además de reducir depresiones en el trazado debidas a efectos del Ariete. Además, sus materiales de diseño serán los adecuados para una vida larga en buen uso. El fabricante deberá justificar, con los cálculos y ensayos que sean oportunos, el diseño adoptado.

Las ventosas a instalar deberán cumplir las siguientes características:

- Con sólo una o dos partes móviles.
- Construcción resistente a la corrosión.
- Flotador equilibrado con la presión, libre de deformaciones o colapsos.
- Diseño cinético que evite el cierre de la ventosa al salir el aire.
- Cierre perfecto.
- Las ventosas que se contemplan en este proyecto son de 50-80-100-150 y 200 mm de diámetro.
  - Presión de trabajo

- De hasta 16 bar (235 psi)
  - Prueba en fábrica a 25 atm (365 psi)
- Máxima temperatura de operación: 95°C (203 °F)
- Uniones:
  - Embridadas.
- Materiales
  - Cuerpo de la ventosa cinética: fundición dúctil.
  - Cuerpo de la ventosa automática: cuerpo de fundición dúctil, revestimiento de pintura epoxi.
  - Partes internas en acero inoxidable.
  - Junta del orificio. E.P.D.M.
  - Goma de cierre con doble anillo de estanqueidad.

### 4.25.3 CONTROL DE CALIDAD

Deberá cumplir lo especificado por la Normativa AWWA 512-99

### 4.25.4 IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

El marcado de las ventosas debe ser conforme a lo especificado por la norma UNE-EN 19:1993, debiendo marcarse en todas de forma fácilmente legible y durable, como mínimo lo siguiente:

- Nombre del suministrador, fabricante o razón comercial
- Fecha de fabricación y/o montaje
- Diámetro nominal (DN)
- Presión nominal (PN)
- Material del cuerpo. Se especificará la abreviatura correspondiente al material empleado seguido por las siglas de la Norma que emplee dicha abreviatura (por ejemplo, FGE 42-12 UNE)
- Referencia a la norma de aplicación en cada caso
- Marca de Calidad, en su caso
- Identificación de su colocación en relación con el sentido del flujo, cuando haya lugar

En el caso de válvulas de pequeño tamaño, es suficiente con el marcado sobre las mismas de: Nombre del suministrador fabricante o razón comercial, DN, PN y material del cuerpo, debiendo las restantes figurar en una etiqueta adjunta al suministro.

### 4.25.5 EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

El embalaje, manipulación y transporte será el adecuado para evitar cualquier tipo de daño al material recibido en obra. Se tendrá en cuenta la altura de acopio indicado por el fabricante

## 4.26 CARRETE DE DESMONTAJE

Los carretes de desmontaje permiten variar su longitud apretando más o menos los tornillos de que están dotados, de manera que cuando se sustituye una válvula por otra de longitud diferente, el carrete permite acomodar la conducción a la nueva situación.

Se han seleccionado, para este proyecto, carretes de brida simple que están constituidos por una parte macho desplazable y una hembra fija. Entre ambas partes se aloja la brida intermedia que es la responsable de realizar el cierre al entrar en contacto por apriete con la junta de estanqueidad. Dentro de la parte hembra se aloja el asiento de la junta.

Las capas serán de acero de calidad mínima S235JR y espesor mínimo de 10 mm y la junta de EPDM de sección piramidal.

Para la ejecución de estas obras, se utilizarán:

- Carrete desmontaje de acero de 150- 200 – 250 - 300 -500 – 600 – 700 – 800 – 900 -1000 -1200 -1400 -1800 mm de diámetro, con una presión de trabajo de hasta 1,6 Mpa, revestimiento de epoxi-poliéster.

#### 4.26.1 NORMAS DEL PRODUCTO

- Los materiales se aportarán bajo certificados de calidad según la Norma DIN 50.049

#### 4.26.2 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

El carrete de desmontaje estará fabricado con acero y revestimiento epoxi –poliéster. Los materiales se aportarán bajo certificados de calidad según la norma DIN 50.049. Las uniones soldadas se realizarán bajo procedimientos homologados según código ASME-SECCION IX, certificados por las principales Entidades Oficiales de Inspección. El tratamiento anticorrosivo y de acabado que se aplique en los carretes será realizado en epoxi-poliéster.

#### 4.26.3 EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

El embalaje, manipulación y transporte será el adecuado para evitar cualquier tipo de daño al material recibido en obra.

### 4.27 TORNILLERÍA

Tornillos ordinarios y calibrados

Definición: Se definen como tornillos, los elementos de unión con fileteado helicoidal de perfil apropiado, que se emplean como piezas de unión para ejercer un esfuerzo de compresión. Este Artículo comprende dos tipos de tornillos:

- Tipo T: Tornillos ordinarios.
- Tipo TC: Tornillos calibrados.

También comprende sus tuercas y arandelas.

Las características del acero utilizado para la fabricación de los productos definidos en este Artículo 622.3 especifican en la Tabla 622.1. de PG3. Estas características se determinarán de acuerdo con las Normas

- UNE EN ISO 6506: Materiales metálicos. Ensayo de dureza Brinell. Parte 1: Método de ensayo
- UNE-EN ISO 377: Acero y productos de acero. Localización y preparación de muestras y probetas para ensayos mecánicos.

Los tornillos a utilizar en las instalaciones de válvulas, carretes de desmontaje y ventosas tendrán un tratamiento anticorrosión, realizado mediante el recubrimiento de las tuercas y tornillos con un baño de cinc para protegerlos de la oxidación.

#### 4.27.1 CONTROL DE CALIDAD

- UNE 7422: Materiales metálicos. ensayo de dureza. Ensayo brinell
- UNE-EN ISO 377: Acero y productos de acero. Localización y preparación de muestras y probetas para ensayos mecánicos.
- UNE 7475-1:1992Materiales metálicos. Ensayo de flexión por choque sobre probeta Charpy. Parte 1: método de ensayo.

Verificación de uniones atornilladas

Se comprobará que todos los tornillos colocados en obra son del diámetro y de la calidad indicados en el proyecto, que disponen de las arandelas precisas y que la rosca asoma por lo menos en un filete por fuera de la tuerca.

Asimismo, se comprobará que la superficie de todas las uniones a efectuar mediante tornillos de alta resistencia, trabajando a rozamiento, han recibido el tratamiento indicado en los planos, en este procedimiento o en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, rechazándose todos aquellos en los que no se haya efectuado dicho tratamiento o en los que se observe la presencia de óxido, grasas, aceites, pinturas u otros contaminantes. Las superficies de las piezas rechazadas por este motivo deberán tratarse de nuevo.

Se comprobará en un 5% de todos los tornillos de alta resistencia colocados en obra y al menos en uno de cada unión o nudo en el que exista más de 5 tornillos, que el esfuerzo de pretensado es el indicado en el proyecto. Para ello se utilizará una llave dinamométrica tarada al par de apriete especificado sobre la tuerca del tornillo, si los tornillos se encuentran en estado normal de suministro, esto es, ligeramente engrasado. Los tornillos se considerarán correctamente apretados cuando después de la aplicación del par de apriete, no se ha producido giro alguno de la tuerca.

#### 4.27.2 IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

##### TORNILLOS ALTA RESISTENCIA

Designación: Los tornillos de alta resistencia se designarán por las letras TR, seguidas del diámetro de la caña y la longitud del vástago, separados por el signo ‘;’; seguirá el tipo de acero.

Las tuercas se designarán con las letras MR, el diámetro nominal y el tipo de acero. En las arandelas se distinguen tres tipos, según los perfiles a unir:

- Tipo AR: Arandelas planas.

- Tipo ARI: Arandelas inclinadas para emplear sobre alas de perfiles IPN.
- Tipo ARU: Arandelas inclinadas para emplear sobre alas de perfiles UPN.

Las arandelas se designarán por las letras que distinguen su tipo, seguidas del diámetro nominal del tornillo con que se emplean.

Tornillos ordinarios y calibrados

Designación: Los tornillos ordinarios se designarán por la letra T, seguida del diámetro nominal de la caña y la longitud del vástago, separados por el signo ´; seguirá el tipo de acero.

Los tornillos calibrados se designarán por las letras TC, seguidas del diámetro nominal de la caña y longitud del vástago, separados por el signo ´; seguirá el tipo de acero.

Las tuercas se designarán por la letra M, seguida del diámetro nominal y el tipo de acero. En las arandelas se distinguen tres tipos, según los perfiles a unir:

- Tipo A: Arandelas planas.
- Tipo AI: Arandelas inclinadas para emplear sobre alas de perfiles IPN.
- Tipo AU: Arandelas inclinadas para emplear sobre alas de perfiles UPN.

Las arandelas se designarán por la letra o letras distintivas del tipo, seguida del diámetro nominal del tornillo con que se emplean y del tipo de acero.

## 4.28 JUNTAS EPDM

### 4.28.1 NORMAS DEL PRODUCTO

- UNE-EN681-1: Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado
- UNE-EN 681-2: Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 2: Elastómeros termoplásticos
- UNE-EN 681-3: Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 3: Materiales celulares de caucho vulcanizado.
- UNE-EN681-4: Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 4: Elementos de estanquidad de poliuretano moldeado.

### 4.28.2 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Las juntas para la unión mediante bridas, o la instalación de las válvulas recogidas en proyecto, serán de caucho sintético EPDM (Etileno – Propileno).

El lubricante que eventualmente se emplee en las operaciones de unión de los tubos con junta elástica no debe ser agresivo, ni para el material del tubo, ni para el anillo elastomérico.

Cuando se empleen tuberías con junta elástica se comprobará que su tipo y clase se corresponden con el del tubo al que van unidos. Estarán perfectamente limpias las ranuras de su interior, al igual que las gomas, que irán exactamente colocadas en el lugar correspondiente.

Se limpiarán las superficies a unir, quitando las rebabas, marcando en el extremo macho la distancia de profundidad de penetración.

Se aplicará el lubricante recomendado por el fabricante sólo sobre el extremo macho.

Se alinearán los tubos a unir evitando que el extremo macho se introduzca en ángulo oblicuo, empujando este extremo hasta la marca de profundidad de penetración.

### 4.28.3 EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

Deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- La temperatura de almacenaje debe estar por debajo de 25º C y, preferiblemente, por debajo de 15º C.
- Las juntas deben estar protegidas de la luz, en particular de la luz solar intensa y de la luz artificial con un alto contenido de radiación ultravioleta.
- Las juntas no deben estar almacenadas en una sala con algún equipo capaz de generar ozono, como por ejemplo lámparas de vapor de mercurio o material eléctrico de alta tensión, los cuales pueden dar lugar a chispas o descargas eléctricas silenciosas.
- Las juntas de goma, siguiendo las especificaciones de conservación señaladas en la norma oficial mexicana correspondientes se almacenan a cubierto, en lugar fresco y seco (entre 10% y 25% C) y protegidas de la luz.
- Asimismo, las juntas estarán libres de esfuerzo de tracción, compresión u otro tipo de esfuerzo que puedan deformarlas (reviradas o retorcidas, con pesos encima, etc.).
- No deben de estar en contacto con materiales líquidos o semisólidos, en especial disolventes, aceites, y grasas, ni con metales.
- Deben protegerse del aire en circulación, envolviéndolas y almacenándolas en envases cerrados.
- Para controlar las necesidades de montaje y evitar errores deben tenerse clasificadas y bien localizadas
- Las juntas deben mantenerse limpias.

## 4.29 ARQUETAS CONSTRUCCIÓN “IN SITU”

La arqueta es un recipiente prismático que alberga para su acceso y mantenimiento, las válvulas, piezas especiales y demás elementos instalados en las conducciones. Serán realizadas “in situ” o prefabricadas.

### 4.29.1 NORMAS DEL PRODUCTO

Con carácter general todos los materiales utilizados en la construcción de las arquetas cumplirán con lo especificado en las instrucciones y normas vigentes que les afecten, así como en los artículos correspondientes del presente Pliego.

4.29.2 CARACTERÍSTICAS

Las arquetas deberán ser fáciles de limpiar y accesibles al fondo, asimismo dispondrán de un drenaje, realizado con grava, mediante apertura de hueco, en el centro de la solera, a fin de drenar los pequeños caudales que emanen de las ventosas o válvulas en tareas de mantenimiento.

El acabado exterior de los mismos presentará superficies espejadas, y ausencia de huecos o pequeñas coqueras.

4.29.3 CONTROL DE CALIDAD

Con carácter general todos los materiales utilizados en la construcción de las arquetas cumplirán con lo especificado en las instrucciones y normas vigentes que les afecten, así como en los artículos correspondientes del presente Pliego.

4.29.4 IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Las arquetas se rotularán para su correcta identificación.

4.29.5 EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

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

4.30 ARQUETAS PREFABRICADAS

4.30.1 NORMAS DEL PRODUCTO

- Artículo 56º EHE: Elementos prefabricados, cumplirán lo establecido en ella, y en particular lo referido a la comprobación de los Estados Límite (Último de Agotamiento por tensiones normales, de Cortante de Fisuración, de Deformación y Vibraciones), y la disposición de armaduras pasivas y activas
- Habrán de cumplirse además las siguientes prescripciones específicas:
  - Hormigón:
    - Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
    - Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08)
    - Artículos 610 “Hormigones” y 630 "Obras de hormigón en masa o armado” del PG3.
    - Los hormigones de limpieza y relleno deberán tener una resistencia característica mínima a compresión de doce megapascals y medio (12,5 MPa) a veintiocho días (28 d).
  - Fábrica de ladrillo:
    - Artículo 657, "Fábricas de ladrillo" del PG3.
    - Pliego General de Condiciones para la Recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción.
    - Los ladrillos a emplear serán macizos.
  - Bloques de hormigón:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción.
- Piezas prefabricadas de hormigón:
  - Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).
  - Resistencia característica mínima a compresión: veinticinco megapascals (25 MPa), a veintiocho días (28 d).
  - El transporte, descarga y almacenamiento se realizarán cuidadosamente, siendo rechazadas aquellas piezas que presenten defectos.

Con carácter general todos los materiales utilizados en la construcción de las arquetas y pozos de registro cumplirán con lo especificado en las instrucciones y normas vigentes que les afecten, así como en los artículos correspondientes del presente Pliego.

4.30.2 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

La arqueta es un recipiente prismático para la ubicación de las bocas de riego y demás elementos especiales colocadas en la red de riego. El material constituyente será de hormigón, cubierto por una tapa.

Las formas y dimensiones serán las indicadas en el Proyecto y/o que sean aprobadas por la Dirección de obra.

Las tapas se ajustarán al cuerpo de la obra y se colocarán de forma que su cara exterior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes y se tomarán precauciones para evitar su robo o desplazamiento.

El acabado exterior de los mismos presentará superficies espejadas, esquinas ligeramente achaflanadas, y ausencia de huecos o pequeñas coqueras.

A continuación, se presentan los valores mínimos de las características de las arquetas prefabricadas:

COMPORTAMIENTO MECÁNICO

- Módulo de elasticidad:  $E > 3 \times 10^5 \text{ Kp/cm}^2$ .
- Resistencia a la compresión:  $f_{ck} > 250 \text{ Kp/cm}^2$ .
- Resistencia a la tracción:  $f_{ct,k} > 0,45 \text{ Kp/cm}^2$ .
- Resistencia a la flexo-tracción:  $f_{cf,k} > 40 \text{ Kp/cm}^2$ .
- Resistencia a esfuerzo cortante:  $f_{cv} > 7,9 \text{ Kp/cm}^2$ .

COMPORTAMIENTO FÍSICO

- Densidad:  $d = 2.400 \text{ kg/m}^3$
- Coeficiente de dilatación térmica:  $\alpha = 1 \times 10^{-5}$
- Conductividad térmica:  $1,4 \text{ Kcal/hm}^\circ\text{C} (1,63 \text{ W/m}^\circ\text{C})$
- Resistividad al vapor de agua:  $\mu_v = 30-100 \text{ (MN s/g m)}$
- Resistencia al fuego: El hormigón no es combustible ni propaga llama, está clasificado como "Clase 0" La resistencia al fuego mínima de un papel de 8 cm de espesor es de 60´

- Permeabilidad al agua: 5-6%
- Succión: 7,2 x 10-3

Las arquetas vendrán provistas de la rotulación necesaria para su correcta identificación.

Las tolerancias en las dimensiones del cuerpo de las arquetas y pozos de registro no serán superiores a diez milímetros (10 mm) respecto de los especificado en los planos de Proyecto.

El relleno del trasdós de la fábrica se ejecutará, en general, con material procedente de la excavación, de acuerdo con lo descrito en el artículo de "Rellenos" o de "Hormigones", en su caso, de este Pliego, según se indique en el Proyecto.

#### 4.30.3 EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

El transporte, la descarga y almacenamiento se realizarán cuidadosamente, siendo rechazadas aquellas piezas que presenten defectos.

Preferentemente las mismas vendrán fabricadas en una sola pieza, incorporando accesorios como cerrajerías galvanizadas para accesos, tubos pasamuros, anclajes, rejillas de ventilación, argollas de transporte etc. desde taller persiguiendo el objetivo de conseguir un mejor acabado.

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

No podrán almacenarse directamente en las obras sino en espacios preparados específicamente para ello, sobre todo en lo que refiere a su correcto asiento.

### 4.31 POZOS DE REGISTRO

#### 4.31.1 NORMAS DEL PRODUCTO

- Artículo 56º EHE: Elementos prefabricados, cumplirán lo establecido en ella, y en particular lo referido a la comprobación de los Estados Límite (Último de Agotamiento por tensiones normales, de Cortante de Fisuración, de Deformación y Vibraciones), y la disposición de armaduras pasivas y activas.
- Habrán de cumplirse además las siguientes prescripciones específicas:
  - Hormigón:
    - Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
    - Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08)
    - Artículos 610 "Hormigones" y 630 "Obras de hormigón en masa o armado" del PG3.
    - Los hormigones de limpieza y relleno deberán tener una resistencia característica mínima a compresión de doce megapascasles y medio (12,5 MPa) a veintiocho días (28 d).
  - Piezas prefabricadas de hormigón:
    - Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).
    - Resistencia característica mínima a compresión: veinticinco megapascasles (25 MPa), a veintiocho días (28 d).

- El transporte, descarga y almacenamiento se realizarán cuidadosamente, siendo rechazadas aquellas piezas que presenten defectos.

- UNE-EN 1561:2012: Fundición. Fundición gris.

Con carácter general todos los materiales utilizados en la construcción de los pozos de registro cumplirán con lo especificado en las instrucciones y normas vigentes que les afecten, así como en los artículos correspondientes del presente Pliego.

#### 4.31.2 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Los pozos de registro es una arqueta visitable de más de metro y medio (1,5 m) de profundidad.

Las formas y dimensiones serán las indicadas en el Proyecto y/o que sean aprobadas por la Dirección de obra.

Las tapas se ajustarán al cuerpo de la obra y se colocarán de forma que su cara exterior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes y se tomarán precauciones para evitar su robo o desplazamiento.

El acabado exterior de los mismos presentará superficies espejadas, esquinas ligeramente achaflanadas, y ausencia de huecos o pequeñas coqueras.

Los pozos de registro vendrán provistos de la rotulación necesaria para su correcta identificación.

Las tolerancias en las dimensiones del cuerpo de las arquetas y pozos de registro no serán superiores a diez milímetros (10 mm) respecto de los especificado en los planos de Proyecto.

El relleno del trasdós de la fábrica se ejecutará, en general, con material procedente de la excavación, de acuerdo con lo descrito en el artículo de "Rellenos" o de "Hormigones", en su caso, de este Pliego, según se indique en el Proyecto.

#### 4.31.3 EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

El transporte, la descarga y almacenamiento se realizarán cuidadosamente, siendo rechazadas aquellas piezas que presenten defectos.

Preferentemente las mismas vendrán fabricadas en una sola pieza, incorporando accesorios como cerrajerías galvanizadas para accesos, tubos pasamuros, anclajes, rejillas de ventilación, argollas de transporte etc. desde taller persiguiendo el objetivo de conseguir un mejor acabado.

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

No podrán almacenarse directamente en las obras sino en espacios preparados específicamente para ello, sobre todo en lo que refiere a su correcto asiento.



## 4.32 TAPAS DE ARQUETAS

### 4.32.1 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Las tapas serán de fundición dúctil y se ajustarán al cuerpo de la obra y se colocarán de forma que su cara exterior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes.

La solera de hormigón dispondrá de una abertura centrada en la misma para facilitar el drenaje.

## 4.33 MATERIALES ELÉCTRICOS

### 4.33.1 NORMATIVA

De forma general todos los materiales eléctricos deberán cumplir:

- El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Las recomendaciones de UNESA.
- Las Normas Tecnológicas del Ministerio de la Vivienda.
- Las exigencias de la compañía suministradora de Energía, y Ministerio de Industria.

### 4.33.2 DEFINICION Y DESCRIPCIONES

#### **CUADROS ELÉCTRICOS:**

##### **NORMATIVA**

Los cuadros eléctricos de baja tensión cumplirán las especificaciones del vigente "Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión" del Ministerio de Industria y Energía, en lo sucesivo REBT.

Los armarios o cajas de los cuadros eléctricos de baja tensión y los aparatos que contengan cumplirán las normas que en cada apartado específico se indicarán.

#### **COMPONENTES DE LOS CUADROS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN**

##### **ENVOLVENTE**

La envolvente es la parte del cuadro eléctrico que constituye el cierre del mismo y tiene como fin impedir a las personas entrar en contacto accidental con las partes en tensión y proteger el equipo interior contra la acción de agentes exteriores.

Las envolventes serán de chapa de acero AP 01 según la norma UNE 36086 de 2,5 mm. de espesor.

El grado de protección de las envolventes de cuadros para exterior será el IP 423 según la norma UNE 20304. El grado de protección de las envolventes de cuadros para interior corresponderá al IP 217 según la misma norma.

La puerta podrá llevar una ventana de material aislante y transparente que irá centrada y permitirá la inspección visual de los aparatos que contiene el cuadro.

Protección anticorrosiva. Todas las partes metálicas de la envolvente se protegerán contra la corrosión mediante un tratamiento de pintura aplicado tanto interior como exteriormente. Esta protección proporcionará la resistencia de la chapa a la abrasión, acción de grasas, gasolinas, jabones y detergentes, debiendo mantener todas sus características inalterables con el tiempo.

El Director del proyecto señalará el color de la pintura que deba ser aplicada, de acuerdo con la norma UNE 48103.

Para la comprobación de las características del sistema de pintura se realizarán los ensayos indicados en la Recomendación UNESA 1411A.

Para determinadas instalaciones podrá ser exigido el galvanizado previo de las envolventes de los cuadros. Se exigirá un peso de cinc de 500 g/m<sup>2</sup>; en el proceso de galvanizado y en ensayos se cumplirá lo que preceptúan las normas siguientes:

- UNE 7183: Método de ensayo para determinarla uniformidad de los recubrimientos galvanizados aplicados a materiales manufacturados de hierro y acero.
- UNE 37501: Galvanización en caliente. Características. Métodos de ensayo. Recomendaciones
- UNESA 6618 A: Protección de piezas férreas oxidables por galvanizado en caliente.

Todos los cuadros deberán disponer de tornillos de cáncamo, situados en su parte superior, que permitan un izado correcto y seguro.

Según el esquema eléctrico que se deba realizar, y por tanto los aparatos que deban contener, los cuadros de baja tensión podrán estar formados por la combinación de varios elementos modulares.

En la zona de entrada de conductores, tanto si son cables aislados como si son pletinas desnudas, el material de la envolvente será aislante auto extingible.

En los cuadros de exterior la entrada será necesariamente a través de prensaestopas, por la parte inferior del cuadro.

La envolvente llevará una toma de tierra con una grapa terminal para cables de 6 a 12 mm. de diámetro.

Para pequeñas instalaciones de interior se podrán utilizar cajas con envolventes de material aislante y tapa opaca o transparente.

Los materiales y sus características deberán merecer la aprobación del Director de la Obra.

Los cuadros serán completamente montados en fábrica, lo cual incluirá el montaje y cableado completo, de tal manera que en obra solamente sea necesario la instalación de los cuadros y las conexiones de los cables de entrada y salida.

La disposición de los aparatos eléctricos se hará sobre un panel bastidor que a su vez se fijará sobre el fondo en el interior del cuadro.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas con tapa desmontable desde el exterior del cuadro. Los cables de fuerza irán en una canaleta distinta e independiente en todo su recorrido de la canaleta de los cables de control y otros servicios.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las paredes adyacentes de otros elementos una distancia mínima del 30% de la dimensión del aparato en la dirección considerada, esta distancia cumplirá, además, con las recomendaciones de los fabricantes de aparatos, y será adecuado para que el cuadro cumpla las condiciones exigidas por esta especificación.

La temperatura máxima permisible en cualquier punto del cuadro o de sus componentes será de 65°C.

Los aparatos indicadores, lámparas, amperímetro, etc., dispositivos de mando, interruptores, pulsadores, etc., y sinópticos se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

El tipo de cableado de los cuadros será el NEMA tipo C que consiste en llevar los cables de salida hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de cables del exterior.

Todos los componentes interiores tanto aparatos como cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

Se preverán resistencias de caldeo de las celdas para prevenir la condensación en alimentación de las bornas principales e irán controladas por uno o varios termostatos.

### **ACCESIBILIDAD**

Todos los equipos del cuadro deberán ser accesibles para ensayos y mantenimiento desde la parte frontal y/o la parte posterior sin interferir con cualquier equipo adyacente.

Los interruptores automáticos deberán ser accesibles desde el frente del cuadro abriendo la puerta de la celda correspondiente.

Las entradas de todos los cables se harán por la parte inferior del cuadro.

Las conexiones de los conductos de barras, si se requieren, deberán hacerse siempre por la parte superior del cuadro.

Todos los equipos auxiliares deberán ser montados en posición fácilmente accesible.

El ajuste de los relés deberá ser posible sin desconectar la alimentación a otros equipos. Todos los elementos auxiliares se podrán desmontar sin necesidad de quitar tensión a partes que afecten a otros cubículos o celdas. Incluso las bases si se trata de material enchufable.

La conexión de cualquier cable a la celda deberá ser posible sin tomar ninguna precaución especial, e incluso con las barras en tensión y las otras celdas en servicio.

La disposición de los aparatos eléctricos se hará sobre un panel o bastidor de chapa perforada o ranurada que a su vez se fijará sobre el fondo en el interior del cuadro.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas de puentes basculantes con tapa desmontable desde el exterior del cuadro. Los cables de fuerza irán en una canaleta distinta e independiente, en todo su recorrido de la canaleta de los cables de control.

### **BASES DE FIJACIÓN**

Consistirá en una estructura adecuada para ser anclada al suelo, con sus pernos de fijación correspondientes.

La base de fijación y los pernos de anclaje serán suministrados en el cuadro, pero separadamente, de manera que puedan ser instalados antes que el mismo cuadro.

### **POSIBILIDADES DE AMPLIACIÓN**

Los cuadros podrán ser ampliables por ambos extremos. La ampliación podrá hacerse sin modificar la columna adyacente.

### **INTERCAMBIABILIDAD**

Todos los interruptores automáticos, transformadores, relés, etc. que tengan las mismas características, deberán ser intercambiables entre sí.

### **TRANSPORTE**

Los cuadros serán montados en fábrica, formando, si por sus dimensiones es posible, un solo conjunto.

Si por limitación de las dimensiones de transporte fuese necesario dividir un cuadro en secciones, el número de éstas será tal que se consiga un montaje mínimo de obra.

Todos los elementos para la interconexión de secciones y para su montaje en obra será suministrado por el vendedor.

Cada sección de cuadro a transportar incluirá sus propios cáncamos de elevación.

### **RÓTULOS**

Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente y parte posterior de cada celda, así como en el interruptor correspondiente.

Las etiquetas de identificación, serán de plástico laminado del tipo FANTASIT, de color blanco con las letras de 6 mm. de altura grabadas en negro.

Los componentes de control como relés auxiliares, aparatos de medida, fusibles, etc., se identificarán según los diagramas de cableado. Se asegurará la fijación firme de estas identificaciones. Igualmente, se identificarán con el número correspondiente los elementos de campo como motores, electroválvulas, etc.

## **EQUIPO ELÉCTRICO**

En los apartados que siguen se exponen las especificaciones de los distintos elementos que puedan formar parte de un cuadro eléctrico, agrupados por funciones.

### **APARATOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN**

#### **INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS**

Los interruptores automáticos cumplirán con lo especificado en la norma UNE 20129. Deberán ser de ruptura al aire y se utilizarán para la protección de circuitos debiendo cumplimentar las características técnicas mínimas siguientes:

- Tensión nominal máxima de servicio 500 V
- Tensión de prueba 50 Hz durante 1 minuto 3 V
- Poder de corte a 380 V (mínimo) (125% del obtenido por cálculo)
- Intensidad nominal: variable según los casos y según el tipo de disyuntor.

Los interruptores serán de construcción de gran robustez y de fácil montaje. Las bornas, como todos los órganos auxiliares de señal y protección, serán fácilmente accesibles para proceder a sus conexiones y revisiones. Las apaga chispas deberán tener un aislamiento especial, para evitar la propagación del arco entre fases. Los contactos serán de cobre platinado que garanticen un contacto lineal de resistencia, no debiéndose alterar por oxidación o suciedad.

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 magnéticos de disparo instantáneo regulables en intensidad solamente. Deberán ser relés directos actuando mecánicamente sobre el disparo, sin acudir a bobina de mando a distancia, con un dispositivo de contacto auxiliar, ligado a ellos para señalización de disparos por actuación de los relés.

En su caso irán equipados con dispositivo de protección diferencial.

Los interruptores manuales deberán ser del tipo paquete previstos para trabajar bajo una tensión mínima de quinientos voltios (500 V) con una elevada capacidad de ruptura. Se utilizarán para bajas corrientes de carga hasta doscientos amperios (200 A) y como conmutadores de voltímetro y servicios para mando y señal. El mando será frontal.

Los contactos serán de aleación especial de plata endurecida, debiendo estar todas las piezas tratadas electrolíticamente. Tanto los contactos como las conexiones estarán totalmente aislados de los demás componentes del aparato.

Contactores y guardamotores. Los contactores cumplirán con lo especificado en la Norma UNE 20109.

La construcción de los contactores y guardamotores deberá ser a base de bloques de material aislante de gran dureza; los contactos serán de cobre electrolítico montados según el sistema de doble cierre, con superficie y presión al cierre de modo que se evite toda posibilidad de deslizamiento. Las cámaras de extinción estarán recubiertas con cerámica.

Las bornas, tanto de contactos principales como de auxiliares, bobina, etc., irán descubiertas para simplificar su conexión. Deberán admitir, como mínimo, una frecuencia de maniobra de treinta (30) conexiones por hora.

Todos los contactores cumplirán con las exigencias de las Normas ASA y CSA.

Los equipos guardamotores estarán constituidos por un contactor y al menos tres relés térmicos regulables destinados a la protección contra sobreintensidades, los cuales deberán presentar una gran resistencia a los defectos de corto circuito. Dispondrán de rearme manual e irán equipados con pastillas de contactos auxiliares para enclavamientos y automatismos. Los contactos auxiliares serán del tipo recambiable.

Los relés térmicos corresponderán a la intensidad nominal del motor a proteger, teniendo en cuenta que en los arrancadores estrella-triángulo, el relé térmico adecuado estará calibrado para un valor igual a  $I_n/3$  y el relé de tiempo, temporizado con regulación entre cuatro (4) y veinte segundos (20 s). El mando podrá realizarse por interruptores o pulsadores.

Para protección de motores con potencia inferior a 10 KW, solamente será exigible la instalación de tres relés térmicos bimetálicos, regulables.

### **APARATOS DE MEDIDA**

#### **TRANSFORMADORES DE MEDIDA DE BAJA TENSIÓN**

Los transformadores de intensidad deberán estar contruidos según lo especificado en la Norma UNE 21088 y dimensionados de forma que puedan soportar 1, 2 veces la intensidad secundaria normal y durante quince minutos (15 m), 1,5 veces dicha intensidad.

Se pueden emplear dos tipos de transformadores de intensidad de diferente clase de precisión; unos aplicados para alimentar las bobinas amperimétricas de los contadores de medida y otros para la alimentación de los aparatos de medida o protección. Se indicará la clase de los transformadores a utilizar para su aceptación.

El núcleo magnético será de chapa de grano orientado, de gran permeabilidad a las pequeñas inducciones.

El montaje en los cuadros, siempre que sea posible, se realizará sobre los propios juegos de barras por lo que deberán estar previstos para tal efecto.

### **AMPERÍMETROS**

Los amperímetros electromagnéticos serán especialmente apropiados para medidas de intensidades en circuitos de corriente alterna; cumplirán con lo establecido en la norma UNE 21318.

Los amperímetros podrán ir dispuestos en cajas de las dimensiones adecuadas, perforadas para montarse empotradas en cuadros; dispondrán de corrector de cero.

La construcción deberá ser de gran solidez, debiendo ofrecer seguridad para el correcto estado de las medidas. Deberán resistir cincuenta (50) veces la intensidad nominal durante un segundo (1 s).

Las conexiones deberán estar previstas, según los casos, para conectarse directamente a la red o a transformadores de intensidad. Cuando se conectan a transformadores, la escala corresponderá a la corriente que realmente circule por el primario del transformador y el valor de la carga normal deberá estar en el centro de la escala.

### **VOLTÍMETROS**

Los voltímetros deberán ser electromagnéticos y estar previstos para medir valores de tensión. Se dispondrán en cajas de características similares a las descritas para los amperímetros. Dispondrán de corrector de cero y su situación de conexión será directa a la red. Cumplirán con lo establecido en la norma UNE 21318.

### **FRECUENCÍMETROS**

Los frecuencímetros deberán ser de lengüetas, con una precisión de  $\pm 0,5\%$  del valor nominal. Se podrán instalar en cajas análogas a las utilizadas en los amperímetros y voltímetros, previstos para montaje empotrado en cuadro. Cumplirán la norma UNE 21318 y su conexión se efectuará directamente a la red o mediante transformadores de medida.

### **SISTEMAS DE BARRAS**

Las barras serán de cobre electrolítico, de dimensiones normalizadas, totalmente estañadas y pintadas con esmalte sintético en los colores establecidos en el Código Internacional para Baja Tensión.

El calibre será el adecuado a las tensiones nominales y de cortocircuito, sin calentarse más del veinticinco (25) sobre una temperatura ambiente de cuarenta grados centígrados (40° C) en el interior del cuadro.

La sujeción de las barras se hará mediante protabarras de permalí o esteatita para seiscientos voltios (600 V), estando calculado el conjunto para resistir esfuerzos dinámicos de cortocircuito correspondientes a los valores calculados.

Toda la tornillería a emplear, tanto en empalmes como en derivaciones, será de latón, con doble tuerca y arandela del mismo material.

### **PUESTA A TIERRA**

Se montará en parte visible, y a todo lo largo del cuadro si éste consta de varios módulos, una pletina de cobre de treinta por tres milímetros cuadrados (30 x 3 mm<sup>2</sup>) de sección mínima, unida a la red de tierra, y a la que se llevarán conexiones de todas las carcasas, chasis y cualquier otra pieza metálica del equipo del cuadro que normalmente no debe estar en tensión.

### **MONTAJE**

Los cuadros eléctricos de baja tensión deberán ser suministrados completamente montados y conexionados. En caso de que esté constituido por varios módulos que tengan que ser separados para el transporte, podrá ser fácilmente armado en su emplazamiento, tanto la parte de envolvente como las conexiones de enlace.

Según las condiciones ambientales, atendiendo especialmente a los valores de humedad relativa, celeridad de variación de la temperatura y contenido en el aire del polvo, humo, vapores, etc..., se cuidará la calidad hermética de la envolvente, o, si fuera ventilada, se graduará y se comprobará el funcionamiento de las resistencias de caldeo.

Cuando los cuadros se instalan en lugares sometidos a vibraciones, se colocarán dispositivos amortiguadores en los puntos de anclaje.

### **MOTORES ELÉCTRICOS:**

#### **GENERALIDADES**

Esta especificación cubre el diseño y construcción de los motores eléctricos de Baja Tensión que se precisen para accionar el equipo mecánico usado en este Proyecto, y que forma parte integral de todas las requisiciones a las que se adjunta.

Los motores estarán de acuerdo con las siguientes normas:

- 1.- Reglamento Electrotécnico Español.
- 2.- Normas UNE.
- 3.- Recomendaciones de la CEI, que no hayan sido cubiertas por las anteriores.
- 4.- P-30C1. Preparación para el transporte.
- 5.- P-96A2. Límites de ruido.
- 6.- P-0-101. Pintura.
- 7.- 5260-1300-A Notas Generales para Equipo Mecánico.
- 8.- Norma VOE 0530.

No obstante, cuando así se indique en las hojas de datos se aceptarán motores contruidos según otras normas, siempre que se cumplan las exigencias de las arriba indicadas.

#### **CONDICIONES DE SERVICIO**

Los motores se instalarán a la intemperie y deberán poder trabajar satisfactoriamente en el servicio especificado.

- Temperatura ambiente: Max. 40° C.; Min. 0, 5° C.
- Humedad relativa: Max. 100%.

Los motores deberán admitir las siguientes variaciones de estas condiciones nominales sin perjuicio alguno:

- Tensión:  $\pm 5\%$  con la carga y frecuencia nominales.
- Frecuencia:  $\pm 5\%$  con la carga y tensión nominales.

- Tensión y frecuencia combinadas:  $\pm 5\%$  con la carga nominal.

Bajo las condiciones "b" o "c", el calentamiento no deberá sobrepasar los valores normalizados por la norma UNE 20.113 (CEI 34.1) para la condición "a".

La potencia nominal, será una de las indicadas en la Tabla II recomendada por la norma UNE 20.106, Parte III (Publicación 72 de la CEI). Se evitarán en los posibles las potencias inferiores a 1 CV. La tabla I, es aceptable previa aprobación de la Administración.

Los motores deberán poder arrancar el número de veces que se indique en las especificaciones en directo y a plena carga, con una tensión equivalente al 80% de la nominal alcanzando su velocidad de régimen en 15 segundos o menos, sin perjuicio alguno para ellos.

Los motores deberán admitir sin deterioros la reaceleración en carga contra una tensión residual igual al 40% y se diseñarán para admitir aplicaciones instantáneas de una tensión igual al 150% de la tensión nominal si no se especifican condiciones más rigurosas en las hojas de datos, en previsión de que se especifiquen para reaceleración automática después de una interrupción en el suministro de energía eléctrica de una duración que será igual o inferior a 5 segundos.

El grado de protección proporcionado por las envolventes de los motores contra contactos por personas con las partes en tensión, o con las piezas en movimiento interiores a la envolvente y contra la penetración perjudicial de cuerpos sólidos y líquidos, se fijará de acuerdo con la Norma UNE 20.111.

Se definirá el grado de protección del párrafo anterior por las siglas IP seguidas de las dos cifras características.

Las protecciones para los motores, aparatos de conexión y aparatos de instalación responderá a las instrucciones de la Norma DIN 40.050, ajustándose a las exigencias que se citan:

#### **MONTAJE INTEMPERIE**

- Montaje exterior IP-55

#### **MONTAJE INTERIOR**

- En ambiente seco, sin polvo ni gases IP-44
- En ambiente seco, sin polvo y en atmósfera de cloro IP-55
- En ambiente seco, con polvo y en atmósfera de cloro IP-65
- En ambiente seco, con polvo, pero sin gases IP-64
- En ambiente húmedo, sin polvo ni gases IP-55
- En ambiente húmedo, sin polvo y atmósfera de cloro IP-55
- En ambiente húmedo, con polvo, pero sin gases IP-55
- En ambiente húmedo, con polvo y atmósfera de cloro IP-55

#### **BOBINADOS Y AISLAMIENTO**

El bobinado del estator se conectará preferiblemente en triángulo.

Las seis terminales del bobinado se llevarán a la caja de bornas.

Los motores que tengan la carcasa de tamaño UNE/CEI 250 o menor, tendrán como mínimo el aislamiento de clase B, según las normas UNE 21.305 (CEI 85) y UNE 20.113 (CEI 34.1).

Los motores que tengan la carcasa mayor que la UNE, CEI 250, tendrán como mínimo, el aislamiento de clase F según la misma norma; sin embargo, el máximo calentamiento admitido será de 80° C sobre la temperatura ambiente.

Los bobinados de los motores se aislarán completamente como para trabajar en undistema sin puesta a tierra.

Los terminales de los cables se aislarán con neopreno u otro material similar resistente al calor, o con barniz aislante. El aislamiento de barniz llevará una cubierta exterior de algodón, cristal o porcelana.

El aislamiento se diseñará para una duración mínima de 20 años (160.000 horas) de trabajo.

Los aislamientos higroscópicos y/o de goma natural no son aceptables.

Los bobinados serán de cobre.

Todos los motores instalados a intemperie o en zonas húmedas llevarán previsto un sistema de caldeo contra la humedad para cuando el motor esté parado, consistente en utilizar bien uno de los bobinados como resistencia calefactora en los motores pequeños, o bien una resistencia de caldeo "ad hoc" para potencias considerables. En todos los casos el caldeo del motor entrará en funcionamiento automáticamente una vez anulada su alimentación general.

Se observarán las siguientes condiciones generales:

- Temperatura ambiente máxima 40° C.
- Temperatura máxima de bobinados 90° C.

Las placas de características de los motores serán ejecutadas según DIN-42.961, con lectura en castellano.

Todos los motores llevarán incorporado o instalado en las inmediaciones un interruptor pulsador con enclavamiento "PARO", en caso de emergencia. El grado de hermeticidad en cada caso será el correspondiente al motor.

Cada motor llevará un sistema de arranque adecuado a la potencia nominal del mismo según lo especificado en este documento.

#### **EQUILIBRADO Y VIBRACIÓN**

Todos los rotores de los motores estarán equilibrados dinámicamente, además de haberlo sido estáticamente.

Los equilibrados habrán de cumplir las exigencias impuestas por las siguientes normas:

- VDI 2060
- ISO 1940-1973
- ASA 2-1975 (ANSI S2.19-1975)

Para la medida y aceptación de vibraciones se utilizarán criterios de severidad entre (10 y 1.000 Hz) y habrán de cumplir las exigencias de las siguientes normas:

- VDI 2056
- ISO 2372
- BS 4675

En todo caso el valor eficaz máximo de la velocidad de vibración será inferior a 1,8 mm/seg. medido entre 10 y 1000 Hz.

### **DISEÑO MECÁNICO**

#### **CARCASAS**

Las carcasas tendrán las dimensiones normalizadas por las normas UNE 20.106, 20.107 y 20.108 Publicación 72 de la CEI y/o la C.E.E.

Los motores podrán tener la carcasa de fundición de hierro o de acero. Esta será suficientemente resistente como para soportar todas las tensiones que pueda sufrir durante el arranque, trabajo y paradas repentinas. Los alojamientos de los cojinetes deberán mantener correcta su alineación bajo todas estas condiciones.

Se instalarán drenajes en los puntos donde puede acumularse agua, o si no fuesen necesarios, el fabricante lo certificará en su oferta.

Todos los tornillos, tuercas y demás accesorios del interior de la carcasa, serán de material resistente a la corrosión o bien cadmiados o niquelados, para hacerles resistentes a la misma.

Las tapas y culotes de los ventiladores serán de hierro fundido, acero fundido o planchas de acero. Otros materiales solo serán aceptables si reciben la aprobación previa de la Dirección de la Obra. Las aperturas de entrada de aire irán protegidas por una parrilla fundida, formando parte de la tapa o por una rejilla metálica hecha de un material resistente a la corrosión, en ambos casos los orificios resultantes serán menores de 12 mm. (IP-20).

El sistema de ventilación será de construcción rígida y fijado de forma que impida una distorsión o desplazamiento, los cuales podrían causar choques o fricciones entre las partes fijas y las partes móviles.

Los motores o partes del motor no móviles que pesen más de 25 kg. tendrán uno o más cáncamos orejetas o ganchos para facilitar su transporte y mantenimiento.

#### **CAJAS DE BORNAS**

Serán estancas, con protección igual o superior a la del motor y como mínimo IP-68.

Tendrán juntas de Neopreno.

Las entradas de cables se roscarán para ponerles prensa-estopas y admitirán la conexión del cable.

Las cajas de bornas podrán ser de fundición de hierro, acero fundido o plancha de acero, de un espesor mínimo de 3 mm., otros materiales sólo serán aceptables si reciben la aprobación previa de la Dirección de Obra. La tornillería será de acero inoxidable. (AISI 340 SS).

En los motores horizontales la caja principal de bornas se colocará en el lado izquierdo mirando desde el acoplamiento. Cuando el motor vaya dotado de calefactores la caja de bornas de éstos se colocará en el lado opuesto.

Todas las cajas de bornas serán orientadas en cualquiera de las cuatro posiciones o transversales al eje del motor.

Las terminales se marcarán clara y permanentemente, según la norma UNE 21.086 o según las del país de origen (preferiblemente VDE O53O). Las conexiones de los cables serán de tipo sin soldadura en los terminales.

Las cajas de bornas se dimensionarán suficientemente grandes para permitir la fácil conexión de los cables de alimentación. Se dispondrá un borne de PAT de rosca M-6 en el interior de la caja de bornas y otro igual sobre la carcasa. Ambos se identificarán claramente.

El paso de cables a través de la carcasa, hasta la caja de bornas, se cerrará de manera que se evite la entrada de humedad y/o de cuerpos extraños. Se sellará con material termostable y no higroscópico.

Cuando el paso de cables deba atravesar las galerías de refrigeración o salga al exterior de la carcasa, se hará estanco por medio de prensa cables.

#### **ROTOR**

El rotor estará libre de empujes axiales propios y se equilibrará dinámicamente y estáticamente.

El eje será de acero y admitirá el acoplamiento directo, sus manguetas tendrán chaveteros mecanizados según la norma UNE 20.106, 20.107 y 20.108 (CEI 72 y ISO R-775), completados con las chavetas ya preparadas para colocares los semiacoplamientos o poleas. Cuando se precisa otro tipo de manguetas se indicará en las hojas de datos.

Salvo indicaciones en contra de las hojas de datos o requerimientos de nivel sonoro, los ventiladores para motores de carcasa UNE/CEI 280, NEMA 445 o menores serán aptos para girar en ambas direcciones. Para carcasas mayores que éstas, se prefieren ventiladores reversibles, pero son también admisibles los irreversibles. Cuando el ventilador sea irreversible, se indicará en la oferta.

El material de los ventiladores será resistente a la corrosión y dúctil, tal como bronce, aluminio, latón, plástico, hierro o acero. Los ventiladores de aluminio serán de una aleación que no contenga más de 0,2% de cobre. Si son de una aleación ligera, ésta no contendrá más del 6% de Mg.

**COJINETES Y SU LUBRIFICACIÓN**

Los cojinetes serán de rodamiento a bolas o rodillos.

Cuando la lubricación sea por grasa, ésta deberá poder cambiarse con el motor en marcha.

Los motores dispondrán de orificios taponados por engrasadores para el relleno y de dispositivos para rebose de la grasa usada, que no exijan la parada del motor para realizar el cambio de grasa.

Serán preferibles los cojinetes engrasados y sellados "a vida".

Se instalarán cierres adecuados para evitar el derrame del lubricante de los cojinetes. Se evitará en particular la entrada de aceite o de grasa dentro del motor.

Los cojinetes de rodamiento se diseñarán para una duración B-10 mínima de 5 años (40.000 horas) de funcionamiento continuo.

Los motores que deban accionar transmisiones por correas o cadenas, tendrán cojinetes de empuje radial de suficiente capacidad para estos servicios.

**PLACAS DE CARACTERÍSTICAS**

Serán de acero inoxidable AISI 304 SS, y se sujetarán con pasadores o tornillos del mismo material.

Estarán de acuerdo con las normas UNE 20.041 y 20.113.

Además, en certificado aparte incluirán la siguiente información adicional para cada motor.

- Tamaño UNE/CEI de carcasa.
- Forma de montaje (según UNE 20.112).
- Posibilidad de inversión de giro.
- Par de arranque.
- Par máximo.
- Intensidad de arranque.
- La protección según UNE 20.111.
- Peso.
- Lubrificante recomendado.
- Tensión y potencia elemento calefactor.
- Valor máximo permisible del juego axial del rotor.
- Rendimientos.

Las tolerancias máximas admisibles sobre las características indicadas en la placa serán las siguientes:

- Número de revoluciones:  $\pm 20\%$  del deslizamiento a plena carga
- Rendimiento:  $\pm 1\%$
- Factor de potencia: - 0,02 a + 0,07

- Corriente de arranque:  $\pm 20\%$  del valor teórico
- Momento de arranque:  $\pm 20\%$  del valor teórico

**CONTROL DE CALIDAD:**

Los motores se comprobarán en fábrica de forma individual, y una vez unidos al equipo que deben accionar. De esta forma se comprobará su funcionamiento, y se determinará si es correcto conforme a las especificaciones que se exijan de ellos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El Adjudicatario estará de los equipos de ensayo, chequeo de cables y cualquier otro trabajo preliminar para las pruebas de aceptación eléctrica.

- Para realizar las provisto de los equipos necesarios para los ensayos y será responsable de la calibración pruebas normales serán necesarios los siguientes aparatos y procedimientos:
- Equipos normales de pruebas (voltímetro, amperímetro, ohmímetro, fasímetro, hidrómetro y cronómetro).
- Megger de 500 V para la medida de resistencias de aislamiento en sistemas de 600 V y menores.
- Megger de 5.000 V para la medida de resistencia de aislamiento en sistemas de 600 V y mayores.
- Termómetro de mercurio o electrónico para la medición de temperatura.
- Telurómetro para la medida de la resistencia de puesta a tierra.
- Dispositivo de ensayo de relés formado por maleta con goma adecuada de intensidades, dos transformadores de intensidad, etc.
- Equipo para prueba en corriente continua de cables.

Antes de meter tensión a una máquina se deberá comprobar que queda rodar libremente, que tienen los rodamientos debidamente engrasados, que los ejes están alineados, que las correas de transmisión están en condiciones, etc.

Si la máquina tiene sistemas de protección especiales como termopares, resistencias de calefacción, alarmas, panel de control, etc., se comprobará su correcto funcionamiento, tanto mecánica como eléctricamente, simulando todas las operaciones.

Arrancar el motor desacoplado y comprobar el sentido de giro con el requerido de la máquina accionada. Todos los motores se pondrán en marcha desacoplados por un período mínimo de cuatro (4) horas.

Durante el rodaje de la máquina se comprobará que las vibraciones, nivel de ruidos, calentamientos, humos, etc., están por debajo de los valores exigidos, y se contrastarán con los obtenidos en el ensayo realizado en fábrica.

Arrancar el motor acoplado con la unidad accionada en vacío. Comprobando el número de segundos requerido para alcanzar la velocidad plena.

a) - Ensayo en vacío a tensión variable hasta el 120% de la nominal. Elaboración de características en vacío de potencia e intensidad en función de la tensión.



b) - Comprobación del juego axial permitido. Comprobación del centrado magnético con el motor en vacío.

c) - Medida de vibraciones con el motor en vacío. Esta medida se realizará sobre bancada rígida y con media chaveta rellenando el chavetero.

d)- Inspección de los cojinetes, midiendo su temperatura con el motor en vacío.

e) - Determinación del deslizamiento en vacío.

f) - Ensayo de cortocircuito para una intensidad en el estator de 50%, 75% y 100% de la nominal.

g) - Determinación de la corriente de rotor bloqueado.

h) - Ensayo dieléctrico según UNE 20.113-73. Tabla VIII.

i) - Medida de la resistencia de aislamiento.

j) - Secuencia de fases. Sentido de giro.

k) - Medida de la resistencia eléctrica de los bobinados a la temperatura ambiente.

- Dispositivo de ensayo de relés formado por maleta con goma adecuada de intensidades, dos transformadores de intensidad, etc.
- Equipo para prueba en corriente continua de cables.

Antes de meter tensión a una máquina se deberá comprobar que queda rodar libremente, que tienen los rodamientos debidamente engrasados, que los ejes están alineados, que las correas de transmisión están en condiciones, etc.

Si la máquina tiene sistemas de protección especiales como termopares, resistencias de calefacción, alarmas, panel de control, etc., se comprobará su correcto funcionamiento, tanto mecánica como eléctricamente, simulando todas las operaciones.

Arrancar el motor desacoplado y comprobar el sentido de giro con el requerido de la máquina accionada. Todos los motores se pondrán en marcha desacoplados por un período mínimo de cuatro (4) horas.

Durante el rodaje de la máquina se comprobará que las vibraciones, nivel de ruidos, calentamientos, humos, etc., están por debajo de los valores exigidos, y se contrastarán con los obtenidos en el ensayo realizado en fábrica.

Arrancar el motor acoplado con la unidad accionada en vacío. Comprobando el número de segundos requerido para alcanzar la velocidad plena.

a) - Ensayo en vacío a tensión variable hasta el 120% de la nominal. Elaboración de características en vacío de potencia e intensidad en función de la tensión.

b) - Comprobación del juego axial permitido. Comprobación del centrado magnético con el motor en vacío.

c) - Medida de vibraciones con el motor en vacío. Esta medida se realizará sobre bancada rígida y con media chaveta rellenando el chavetero.

d)- Inspección de los cojinetes, midiendo su temperatura con el motor en vacío.

e) - Determinación del deslizamiento en vacío.

f) - Ensayo de cortocircuito para una intensidad en el estator de 50%, 75% y 100% de la nominal.

g) - Determinación de la corriente de rotor bloqueado.

h) - Ensayo dieléctrico según UNE 20.113-73. Tabla VIII.

i) - Medida de la resistencia de aislamiento.

j) - Secuencia de fases. Sentido de giro.

k) - Medida de la resistencia eléctrica de los bobinados a la temperatura ambiente.

l) - Comprobación dimensional incluyendo la posición de la caja de bornas.

m) - Medida de la resistencia de aislamiento y de continuidad en los elementos calefactores.

n) - Comprobación de los datos obtenidos con los que aparecen en la placa de características y en las hojas de datos.

Se realizarán además de las pruebas rutinarias anteriores, las siguientes, ya acoplado el motor a la unidad que debe acciones:

a) - Ensayo de calentamiento, según UNE 20.113.

b) - Medida de vibraciones. Esta medida se realizará sobre bancada rígida y con media chaveta rellenando el chavetero.

c) - Inspección de cojinetes midiendo su temperatura.

d) - Determinación del calentamiento según UNE 20.113.

e) - Determinación al 50%, 75%, 100% y 115% de la carga nominal, del rendimiento.

f) - Idem del factor de potencia.

g) - Idem deslizamiento.

h) - Ensayo de sobrevelocidad al 120% de la velocidad nominal durante dos minutos.

i) - Determinación del par de arranque y par máximo.

j) - Determinación del cos  $\phi$  a diferentes cargas de la máquina.

k) Ídem de la eficiencia.

l) Ídem de la intensidad consumida.

m) Ídem de la Potencia absorbida.

n) Comprobación de los valores obtenidos, con los que aparecen en la placa de características y en las hojas de datos.

Todas las pruebas deberán realizarse con la presencia de la Dirección de Obra, o persona autorizada. A tal efecto, el Contratista deberá comunicar la fecha de realización de dichos ensayos, con al menos una semana de antelación.

Las unidades no serán de recibo, cuando uno de los valores alcanzados en las pruebas, sea inferior al ofertado por el suministrador.

**CONDUCCIONES ELÉCTRICAS:**

**CONSIDERACIONES GENERALES**

**CRITERIO DE DISEÑO**

Todos los cables serán de cobre. Los valores de las intensidades admisibles para todos los cables de fuerza, operando bajo tensiones de 600 voltios o menos, serán como máximo los especificados en la Norma UNE 21029:

- Alimentación a motores: 125% del valor nominal.
- Alimentación a cuadros: Igual al 125% de la potencia máxima instantánea.
- Alimentación a paneles de alumbrado: 125% de la carga conectada con corrección de 1,8 para lámparas de descarga.

Los cables se dimensionarán para limitar la caída de tensión debida a las cargas iniciales como sigue:

- Cables de alimentación principal: 2% de la tensión nominal.
- Tensión en los terminales del motor: Como máximo 5% de la tensión nominal con la carga normal de operación.
- Alumbrado: 3% de la tensión nominal de la lámpara.

Cuando se instalen dos o más cables en paralelo, debido a las exigencias de la carga o a la caída de tensión, los cables no se dimensionarán para el nivel total de cortocircuito, excepto para faltas propias.

Las secciones mínimas para los cables de baja tensión serán las siguientes:

- Alumbrado interior 1,5 mm<sup>2</sup>
- Control 2,5 mm<sup>2</sup>
- Tomas de corriente y motores 2,5 mm<sup>2</sup>

No se podrán combinar cables a diferentes tensiones dentro de un mismo multiconductor excepto para control de motores enclavamientos eléctricos, etc.

Los factores de corrección para el dimensionamiento de los cables estarán de acuerdo con las normas UNE aplicables y con las recomendaciones del fabricante.

Los terminales de los cables serán del tipo de presión sin soldadura.

Los conductores de reserva de los cables se conectarán a terminales de reserva.

**TIPOS DE CABLES**

Los cables de alimentación a motores, cables de control, cables de alimentación a paneles de alumbrado, cables de alimentación a cuadros de fuerza, cables para circuitos de alumbrado, serán del tipo no propagadores de INCENDIO, de la Norma UNE 21.026 y de las siguientes características:

- El aislamiento estará constituido por una capa de mezcla aislante de etileno-propileno con denominación normalizada AD1. La máxima temperatura admisible será de 90°C y la máxima temperatura en cortocircuito será de 250 °C.
- La cubierta estará constituida por una capa de policloropreno con denominación normalizada CN4: Termoestable. No propagador de la llama. De buena resistencia a la humedad y a la intemperie.
- Los cables de alumbrado y enchufes desde sus paneles de alumbrado y enchufes respectivos a cajas de distribución principales tendrán tres fases más neutro y tierra o protección.
- Los cables desde las cajas de distribución principales a las luminarias o enchufes y/o cajas de derivación, tendrán una fase neutro y conductor de protección.
- Las alimentaciones desde servicios auxiliares serán de tres fases más neutro.
- En cualquier caso, el aislamiento del cable será de 0,6 1Kv.

**CANALIZACIONES**

El tendido de cables se hará a lo largo de canales de hormigón, tuberías de acero PVC, o en bandejas de PVC o de acero galvanizado en caliente

Se utilizarán tuberías de acero en canalizaciones de cables de alta tensión o en tramos empotrados en obras de fábrica o en zonas donde existan riesgos de impacto.

Las tuberías de PVC irán en instalaciones interiores o edificios o en zonas de alta humedad, serán de montaje en superficie y utilizarán sistemas de sujeción de material plástico.

Se utilizarán bandejas en el interior de edificios o galerías de servicios, cuando el número de cables a tender requiera más de un tubo.

**TUBOS DE A+CERO PARA CANALIZACIONES ELÉCTRICAS**

Todos los tubos cumplirán la instrucción MIBT-019 y 26 del Reglamento Eléctrico Especial de Baja Tensión.

## **TUBOS PVC PARA CONDUCCIONES ELÉCTRICAS**

Todos los tubos para las instalaciones eléctricas serán de PVC reforzados.

Serán de sección circular con tolerancia del 2% en el diámetro.

Los tubos presentarán sus superficies, especialmente las interiores completamente lisas, sin puntas ni salientes que puedan dañar a los conductores o a sus cubiertas aislantes.

El contratista presentará el modelo de tubo que vaya a utilizar para su aprobación por la dirección de la obra.

## **CAJAS DE DERIVACIÓN**

Serán estancas, protección IP-54, estarán construidas con materiales anticorrosivos, y estarán apropiadamente dimensionadas para permitir una fácil y cómoda realización de los empalmes de cables.

Constarán de dos cuerpos, y la unión entre ambos, una vez realizado el empalme del cable será tal, que forme un conjunto hermético que impida el paso del polvo y de la humedad.

Serán apropiadas para la tensión de régimen señalada en el proyecto y cumplirán todas las normas vigentes en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Irán equipadas con prensa cables, de las dimensiones apropiadas en cada caso y regleta de conexiones.

Se evitará, tanto en la instalación como en la construcción de las cajas, el contacto de metales de potencial electrolítico distinto, para prevenir corrosiones en presencia de humedad.

En ningún caso se permitirá la presencia de tornillos o agujeros pasantes hacia el interior de las cajas.

Los prensa cables irán roscados, y en su colocación, se aplicará a las roscas algún producto apropiado impermeabilizante y protector de roscas, que tenga sus propiedades demostradas de no endurecerse con el tiempo, no ser corrosivo para los materiales con los que va a estar en contacto y no ser conductor de electricidad.

Asimismo, a toda la tornillería se aplicará algún producto protector de roscas de análogas propiedades.

## **INSTALACIÓN DE TUBOS**

En las instalaciones con tubos de acero el trazado de tubos se dispondrá de forma que los cables se tiendan fácilmente. No se permitirán más de dos codos de 90° entre cajas de empalme.

Los codos de los tubos, tendrán un radio de curvatura no inferior a diez veces el diámetro exterior del mismo y deberán hacerse con una máquina curvadora adecuada que no deforme la sección circular del tubo.

En instalaciones con tuberías de PVC, el trazado de tubos se dispondrá en tramos rectos, dejando un espacio libre entre las bocas de dos tramos sucesivos que permita al cable curvarse para formar el codo. En estos codos, si fuera necesario podrá proporcionarse una protección suplementaria al cable mediante encintado o cualquier otro tipo de recubrimiento con materiales no metálicos.

A la entrada de cajas de derivación, armarios, cajas de bornas, aparatos, etc., se dejará también un tramo de cable libre de unos 20 cm. Las entradas de cables en los distintos receptores serán siempre directamente a través de prensacables.

Los finales de tubos se escariarán para evitar que puedan dañar los cables. En los finales de tubos metálicos se dotarán de conos elásticos que den hermeticidad a la salida del cable.

El tamaño de los tubos se determinará teniendo en cuenta que tres o más cables no ocupen más de 40% de la sección del tubo, 2 cables más de 30% y 1 cable más de 50%.

Los cables se pasarán por las conducciones con gran cuidado para evitar dañarlos. Cuando sea preciso, se utilizará talco u otro producto previamente aprobado para facilitar el movimiento del cable. En los puntos donde el cable entra en una conducción se curvará con un radio amplio.

Durante su instalación los cables se manejarán cuidadosamente para evitar que puedan ser dañados. La tensión a que se someten durante el tendido, no excederá los límites permitidos por el fabricante del cable. Se preferirán mallas de tracción para los cables grandes.

Los extremos de los cables que salgan de zanja se enrollarán y dotarán de una caja o cubierta de protección hasta que se vayan a conectar al equipo de forma permanente.

Todos los extremos provisionales de los cables, se protegerán contra la suciedad y humedad para evitar que dañe su aislamiento. Las puntas de cables se protegerán con una caperuza de plomo soldada a la funda del cable. Como precaución adicional, antes de hacer la conexión definitiva, se cortarán y tirarán los últimos 200 mm. de cables de media tensión; se tendrá en cuenta esta precaución en el tendido del cable.

Una vez instalados los cables y terminados los ensayos en los mismos, se sellarán con pasta adecuada todas las bocas de los tubos y conductos que queden sobre el nivel del suelo.

Cuando los cables pasen a través de fundaciones de edificios se dispondrán conductos y aberturas en las fundaciones para permitir su entrada. Estas entradas se sellarán posteriormente con pasta adecuada.

## **INSTALACIÓN DE CABLES**

El recorrido de los cables se elegirá de manera que las estructuras existentes presten protección física a los cables.

Siempre que haya cables de diferente tensión en el mismo canal, se agruparán por clases de tensión.

Se preverá en los canales espacio suficiente de reserva para la adición de un 20% de cables.

No habrá más de dos capas de cables de fuerza o alumbrado en el mismo canal. Si se instala una segunda capa, habrá un separador continuo y ventilado entre capas que se dispondrán de manera que el fondo del separador quede 25 mm. por encima del cable más cercano.

Los cables se dispondrán de manera que se reduzcan al mínimo los cruces.

Cuando los cables contengan un conductor de tierra, como ocurre en la alimentación a motores de baja tensión, será continuo desde el punto de alimentación hasta el equipo. Cuando el equipo, cajas de derivación, etc., esté equipado con terminales de tierra, el conductor de tierra se conectará a los mismos. De no estar previsto este terminal, el Contratista tendrá que realizar una conexión adecuada. Los tornillos de sujeción de la tapa no se consideran como adecuados para este fin.

Los cables se conectarán a los equipos por medio de accesorios terminales adecuados.

En las acometidas con los cables de baja tensión se realizará una coca, si su diámetro se lo permite. Esta coca se fijará con brida de plástico apta para montaje intemperie.

Cada cable se identificará mediante banda de metal resistente a la corrosión, con el número del cable estampado. Estas se pondrán en los cables siempre que éstos entren o salgan de bandejas o escalerillas y a intervalos de 8 m. como máximo y próximos a las cajas de derivación cuando éstas existan.

En tendidos largos se preverá que los cables puedan expansionarse sin que les afecte las dilataciones de los soportes del cable producidas por cambios de temperatura.

### **EMPALMES Y TERMINALES DE CABLES**

Todos los empalmes y terminaciones de cables se harán cuidadosamente, siguiendo las instrucciones del fabricante para cada tipo de cable.

Cuando los cables aislados estén dotados de pantallas de cinta metálica y/o con tubos de plomo, la terminación de las mismas se hará de acuerdo con las instrucciones del fabricante del cable. Estas pantallas se terminarán en forma de "Cono equipotencial" y con la cinta metálica conectada a tierra.

Las terminaciones de cables y conductores en los equipos se harán con terminales de ojal en conectores con arandelas planas, arandelas, tuercas y tornillos de material resistente a la corrosión. Los conductores de hilos múltiples se conectarán por medio de terminales del tipo de anillo.

### **CONDUCCIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN CON CABLES AISLADOS**

#### **NORMATIVA**

En la ejecución de conducciones eléctricas de baja tensión se aplicará el "Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión" del Ministerio de Industria y Energía (Decreto 2413/1973) de 20 de Septiembre, BOE de 9-10-73) y sus Instrucciones Complementarias.

Será de aplicación la terminología establecida en la instrucción MIBT 001 del REBT.

Además de las normas UNE de obligado cumplimiento que se relacionan en la Instrucción Complementaria MIBT 044 del REBT se aplicarán las siguientes normas:

- UNE 21014 Alambres de aluminio para conductores de líneas eléctricas aéreas.
- UNE 21042 Alambres de aleación de aluminio del tipo aluminio-magnesio-silicio, para conductores de líneas eléctricas aéreas.
- UNE 21117 (I) Características generales de los cables con aislamiento seco. Definiciones y ensayos.
- UNE 21117 (VII) Goma de etileno propileno para aislamiento de cables. Características.
- UNE 21123 (I) Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 a 30 KV.
- Recomendación UNESA 3.304. Cables unipolares con conductores de aluminio, aislamientos, termoestables para redes subterráneas de baja tensión.

### **MATERIALES**

Se empleará el siguiente tipo de cable:

Cables aislados con goma etileno-propilénica para tensión hasta 1000 V, con cubierta de PVC.

Los conductores de los cables aislados con goma etileno-propilénica podrán ser de cobre o de aluminio.

Los cables podrán estar constituidos por uno o varios conductores de igual sección.

Se podrá admitir, también, en los cables trifásicos con neutro (cuatro conductores), que las tres fases sean de igual sección y el neutro de sección reducida.

Los cables aislados con goma etileno-propilénica deberán satisfacer las prescripciones y ensayos establecidos en las normas UNE 21117 y UNE 21123 (I).

En el tendido en zanjas sin canalizar, practicadas en terreno con alto grado de humedad o impregnado por elementos químicos tales como amoniacos, petróleo, etc., se utilizará el cable de goma etileno-propilénica resistente al agua (RA) que deberá soportar.

- Temperatura continua de 90°C.
- Sobrecarga de 130°C durante 100 h/año, como mínimo.
- Temperatura de cortocircuito de 250°C.

El aislamiento de estos cables especiales cumplirá lo establecido para los normales salvo en lo que resulte contradictorio con las características que se especifican en el cuadro entendiéndose que las que no se citan corresponderán a las que señala la norma UNE 21123.

La cubierta de los cables resistentes al agua deberá ser de color negro y no presentará señales de cera exudada en su superficie. Las características serán las que se exponen en el Cuadro.

En los cables unipolares no apantallados la cubierta de neopreno deberá estar adherida al aislamiento en toda la superficie del conductor, de forma que pueda separarse del aislamiento sin producir daño alguno al mismo.

El cable completo deberá resistir las pruebas siguientes:

- a) Resistencia frente a alta temperatura del conductor: La temperatura del Conductor será de 260°C durante dos horas, al final de las cuales no presentará daños.
- b) Resistencia frente a elevada temperatura en horno: Con temperatura del horno de 260°C durante cuatro horas, el cable no debe presentar daños.

## **ALUMBRADO INTERIOR Y EN ZONAS HÚMEDAS**

### **OBJETO**

El presente artículo tiene por objeto el especificar las condiciones que deben cumplir las instalaciones de alumbrado exterior, interior y en zonas húmedas, teniendo en cuenta las especiales características de humedad y riesgo de contacto con parte en tensión, que concurren en las obras objeto del presente Pliego.

### **ALUMBRADO INTERIOR**

Alumbrado interior es el que se realiza en el interior de locales, bien sean de edificación o industriales.

La instalación de alumbrado interior se realizará según lo especificado en las siguientes Normas Tecnológicas de la Edificación:

- Instalaciones de Electricidad. Baja tensión, IEB.
- Instalaciones de Electricidad. Alumbrado interior, IEI.

Será de aplicación lo establecido en las siguientes Instrucciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión: MIBT 025, MIBT 026, MIBT 027, MIBT 032 del Ministerio de Industria y Energía.

Los niveles de iluminación en cada zona se fijarán según criterios de la C.E.I. o similares.

Las luminarias serán de tipo estanco, fabricadas en aluminio anodizado y pintado. La cuba de cierre será de metacrilato transparente y estanqueidad IP-68. La acometida del cable será a través de prensaestopas, e ira equipada con dos tubos fluorescentes de 36 w y equipos de encendido de alto factor.

## **CABLEADO DE INSTRUMENTOS**

### **CONDICIONES GENERALES**

Se seguirán las recomendaciones dadas por el Suministrador cuando se trate de cablear equipos especiales tales como transmisores magnéticos de flujo, analizadores, etc.

Cada par de conductores deberá ser adecuadamente identificado en cualquier unión donde estén presentes otros conductores. Todos los terminales serán claramente identificados. Los terminales a la entrada de la Sala de Control serán etiquetados con la sigla del instrumento correspondiente.

## **CABLEADO DE CONTROL**

La carga resistiva que se pueda poner en cada generador de señal, la cual estará indicada en la información técnica del fabricante de la instrumentación, nunca debe ser excedida.

Los receptores de señales en voltaje tendrán una impedancia lo más próxima a infinito respecto a la impedancia en el resto del circuito. Esta incluye la impedancia del cable y la impedancia de salida del generador de señal.

## **CABLEADO ELÉCTRICO DE INSTRUMENTOS**

### **ALCANCE**

Esta especificación cubre los requisitos de cableado y las consideraciones de diseño que se refieren a sistemas de señales de instrumentación tales como instrumentos electrónicos, termopares, alarmas, termómetros de resistencia, niveles, alimentaciones y todos los sistemas de seguridad intrínseca.

### **CÓDIGO Y REGLAMENTOS**

Excepto cuando sea indicado expresamente en esta especificación, el diseño e instalación del material eléctrico de instrumentos cubrirá los requisitos exigidos en las últimas ediciones de los siguientes stands y códigos:

- The National Electrical Code.
- The National Electrical Safety Code.
- API Standard RP-500.
- API Standard RP-540.
- API Standard RP-550 Par I.
- Reglamento Electrotécnico Español de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Intrinsic Safety Installation Code Issued by the Certifying Authorities.

## **PROTECCIÓN CONTRA LA HUMEDAD**

Todos los rutados de cables serán diseñados para evitar las acumulaciones de agua.

Todos los instrumentos de campo estarán previstos de juntas estancas resistentes en su totalidad a prueba de intemperie.

Todas las cajas de derivación serán a prueba de intemperie y serán previstas con dispositivos de venteo o drenaje. Un compuesto de silicona "Silastic" o similar será aplicado a todas las juntas de las cajas de derivación después de su instalación, cableado y pruebas.

Una vez terminado el conexionado eléctrico, todos los terminales de las cajas de derivación, transmisores, interruptores, etc., serán cubiertos con una capa de dieléctrico de gran aislamiento mediante spray.

## **INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

### **DEFINICIÓN**

La instalación de puesta a tierra es aquella que comprende toda la ligazón metálica es aquella que comprende toda la ligazón metálica directa, sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo, o grupo de electrodos enterrados en el terreno, con objeto de conseguir que en el conjunto de las instalaciones, edificios y zonas próximas no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o de las descargas de origen atmosférico.

### **NORMATIVA**

Los criterios de proyecto y construcción de las instalaciones de puesta a tierra estarán subordinados a la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, modificado por Orden Ministerial de 27 de Noviembre de 1987 y a la Instrucción Complementaria MI BT 039 del Reglamento Eléctrico para Baja Tensión, ambos del Ministerio de Industria y Energía.

### **MATERIALES**

Los conductores de las líneas de tierra podrán ser de cobre, por ser resistente a la corrosión por los agentes del terreno en que esté enterrado.

Se tendrá en cuenta que el cobre en presencia de otros metales enterrados como el plomo, zinc, hierro o acero, que son anódicos respecto del cobre, pueden dar lugar a la formación de una pila galvánica con el consiguiente riesgo de corrosión en las estructuras, tuberías, etc., situadas en su entorno.

Cuando se empleen cables de acero para las líneas de tierra, serán galvanizados o de acero resistente a la corrosión, y se preverá una protección catódica.

Los reglamentos imponen las secciones mínimas de los conductores de tierra. Para instalaciones de tierra en el exterior de centros de transformación se utilizarán en las líneas de tierra cables de cobre de noventa y cinco milímetros cuadrados (96 mm<sup>2</sup>) de sección.

En los equipos eléctricos alojados en edificios se podrá sustituir el cable por pletina de cobre de sección equivalente.

Electrodos. Se utilizarán picas de acero recubierto de cobre; deberán cumplir las siguientes normas:

- UNE 21056: "Electrodos de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre".
- Recomendación

- UNESA 6501 B, "Electrodos de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre".

Cuando las líneas de tierra sean de acero, las picas también deberán serlo con protección catódica por ánodo de cinc, y estarán de acuerdo con la Recomendación UNESA 6503 A.

En las instalaciones de puesta a tierra realizadas con cable de cobre y picas de acero-cobre, todas las conexiones entre cables y picas, o de cables entre sí, se realizarán con piezas o grapas de presión atornilladas, no admitiéndose las soldaduras.

En las instalaciones de puesta a tierra realizadas con cable de acero se admitirán las soldaduras en los puntos de cruce de línea de tierra o entre cables y picas, en la forma que indica la Recomendación UNESA 6503.

### **EJECUCIÓN**

De los tres sistemas de toma de tierra, radial, de barra y malla, se utilizará el de malla en todos los centros de transformación y, en general, en todas las instalaciones, por ser el más eficaz para conseguir gradientes de potencial muy bajos a lo largo del suelo y alcanzar una resistencia a tierra menor.

En los cruces de cables longitudinales y transversales se hincarán picas que se conectarán a ambos cables.

En las zonas de la malla cercanas a altas concentraciones de corriente de falta, tales como dispositivos de puesta a tierra del neutro de transformadores, se preverán dimensiones reforzadas de cable y cuadrículas menores para tratar adecuadamente las máximas corrientes de falta posibles.

En los puntos que haya mandos de seccionadores que deban ser maniobrados por los operadores, se cerrará también la malla, llegando hasta retículas de tres a doce decímetros (0,3 y 12), para conseguir lo mejor posible una superficie equipotencial. Esta precaución es aconsejable, aunque se dispongan medios de aislamiento complementarios, como banquetes aislantes, guantes, etc.

Cuando las dependencias auxiliares estén próximas, éstas se incluirán dentro de la malla de tierra, aplicando los mismos criterios de seguridad.

Si el tipo de suelo, tamaño del conductor y dimensiones del terreno lo permitiesen, se podrán emplear sistemas mecanizados para hacer las zanjas y, simultáneamente, tender los cables de la malla. Al tender los cables de tierra transversales se enterrarán a menor profundidad para no dañar los cables longitudinales.

La malla de tierra se ejecutará después de que se haya terminado el movimiento de tierras, excavación, relleno y compactación, en el terreno de la instalación, pero antes del acabado superficial del mismo.

El acabado de la superficie del terreno se hará con una capa de diez a quince centímetros (10 a 15 cm), con lo que aumenta la sequedad, y conseguir una mayor resistividad superficial con la consiguiente mejora de las condiciones de seguridad.

## **INSTRUMENTACIÓN**

En todo caso, las señales procedentes de los instrumentos podrán ser utilizados simultáneamente para procesos de control.

Todas las señales analógicas serán transmitidas vía autómata programable, y por lo tanto, las señales serán compatibles con el mismo, en todo caso se procurará que la señal sea de 4-20 mA c.c.

En todos los casos, las señales que proporcionen los transmisores, serán una función lineal del parámetro medido.

La precisión en todos los instrumentos de medida, será como mínimo el 2%. Se podrá como variante proponer aparatos de precisiones menores previa justificación de suficiencia.

Deberán poder detectarse averías o anomalías de funcionamiento de sensores y transmisores con envío de señal a través de autómatas para alarma.

Los sensores y equipos deberán estar contruidos con materiales protegidos contra la erosión y la deformación.

Todos los equipos electrónicos de sensores y transmisores deberán estar dotados de protección eléctrica contra sobretensiones. La tensión de alimentación será de 220 v.c.a.

Todos los sensores y equipos asociados deberán poder trabajar entre 25°C y +60°C.

La protección de sensores, en contacto con aguas residuales, fangos, reactivos, etc., o en ambientes corrosivos, será como mínimo IP-67.

La protección de transmisores será como mínimo IP-50.

## **CONTROLES SECUENCIALES, ENCLAVAMIENTOS, PROTECCIONES Y ALARMAS**

Todos los controles secuenciales, enclavamientos, protecciones y señalizaciones de circuitos o de equipos, salvo algunas unidades de carácter secundario o auxiliar, que no afectan al proceso, serán gobernadas mediante un autómata programable.

Para ello, todas las instalaciones, equipos o unidades operativas estarán equipadas con los elementos suficientes de determinación de estado, tales como presostatos, termostatos, interruptores de nivel, fines de carrera, contactos auxiliares, etc.

Las salidas de autómata habrán de contar con potencia suficiente para actuar sobre los contactores o electroválvulas que pilotan los anteriores accionamientos, solo en casos excepcionales y justificados se permitirá la utilización de relés auxiliares intermedios.

Se justificará la elección de cada uno de los elementos de potencia de accionamiento (motores eléctricos, cilindros de doble efecto o de simple efecto, etc.) y en su selección se tendrá en cuenta, que un fallo de energía o del fluido de accionamiento no afecte o trastorne al proceso.

Se justificará, y en su caso se dispondrá la instalación de un mando de socorro para accionamiento de válvulas y compuertas.

El mando de las distintas unidades operativas, habrá de ser local, manual a distancia desde el centro de control, o automático en función de la programación específica que se fije.

Todas las alarmas y estados serán mediante contactos libres de tensión, salvo cuando estas señales sean generadas internamente en el equipo informático.

El autómata programable se emplazará en un armario normalizado con ventana transparente en puertas.

## **FINES DE CARRERA Y DETECTORES DE PROXIMIDAD**

Serán de tipo estanco con protección IP-67.

En su elección e instalación, se cuidará de que un fallo de los mismos o del sistema no provoque su destrucción o desajuste.

## **CONTROLES AUTOMÁTICOS**

- Para el funcionamiento automático de las compuertas, se utilizará un sistema de regulación por impulsos, aplicables a válvulas con accionamiento eléctrico que permite su control mediante autómata programable y donde se puede cambiar a voluntad el punto de consigna.
- Habrán de ser regulados automáticamente los siguientes procesos:
- Compuerta de aliviadero
- Compuertas de entrada al interceptor.

## **SERVOMOTORES**

Todos los servomotores tanto neumáticos, hidráulicos o eléctricos, utilizados en elementos de regulación de posición variable, irá equipado con posicionadores y transmisores de posición.

Asimismo, incluirán mando de socorro mecánico para accionamiento local.

## **EQUIPAMIENTO INFORMÁTICO**

### **AUTOMATA PROGRAMABLE**

Todas las señales analógicas y digitales del proceso, a excepción de algunos mandos locales de operación discrecional, se procesarán a través de un autómata programables.

Este autómata, tendrá una capacidad mínima de entrada y salida tanto analógicas como digitales superiores en un 25% a la estimada como necesaria y una capacidad de programación superior al 200% de la estimada.

El autómata, contará con un dispositivo de suministro autónomo de energía, libre de parásitos, que le permita operar al menos durante diez minutos.

El autómata se configurará en el entorno de un procesador del tipo de palabra rápida para tareas binarias y digitales.



El tratamiento de los programas será de forma cíclica con tiempo de tratamiento igual o inferior a cinco microsegundos por instrucción.

La memoria de programas se constituirá mediante unidades RAM y memorias borrables EPROM.

La programación podrá realizarse mediante ordenador y también ha de ser posible la programación con unidades específicas.

Dispondrá de los dispositivos necesarios para cumplimentar diversas funciones internas automáticas tales como:

- Vigilancia de la tensión interna
- Vigilancia de la tensión de la batería tampón
- Vigilancia del sistema operativo
- Vigilancia del tiempo de ciclo
- Vigilancia del tiempo de tiempos de borrado de memoria
- Vigilancia de las comunicaciones
- Vigilancia de entradas/salidas

La construcción del autómata, será del tipo modular y todos sus elementos serán normalizados, con facilidad de ampliación, y han de ser compatibles con todos los elementos del sistema, por ello es preciso que, en su diseño, se tengan en cuenta las especificaciones garantizadas por los distintos proveedores de todos los equipos interconectados al sistema; tales como contactores, transmisores, reguladores de velocidad, pilotos, registradores, displays, impresoras, ordenador, etc.

El autómata irá instalado en el interior de un armario metálico; con puerta anterior dotada de ventanas transparentes, totalmente cableado hasta bornes situados en la parte inferior de los armarios, donde irán conectados todos los cables, tanto de señales de entrada y salida, como analógicos y digitales.

Cada equipo estará dotado con las fuentes de alimentación necesarias para alimentar tanto los circuitos internos y el autómata, como los circuitos externos. Las fuentes de alimentación para corriente continua, tendrán alimentación trifásica.

Estarán previstas las protecciones necesarias contra parásitos, sobre tensiones o sobre corriente sean estas alteraciones del tipo que sean.

### **EQUIPO DE SUPERVISIÓN**

En el armario de control, y asociado al autómata, se instalará un panel de operador equipado con teclado y display de fluorescencia al vacío, para la representación y protocolización de avisos, alarmas y variables del proceso, y con acceso al proceso mediante el teclado.

### **SOFTWARE**

Incorporará el software específico o estándar necesario para cumplir todas las funciones que se estimen necesarias y otras se indican a continuación:

- El autómata podrá realizar de forma autónoma sin provocar, perturbaciones en el funcionamiento de la planta, incluso desconectado del bus de comunicaciones, todas las funciones asignadas de mando, control de secuencias, protección, regulación automática, etc. Los cambios de puntos de consigna podrán realizarse por mandos locales.

El software realizará las siguientes funciones:

- Comunicaciones entre autómatas, ordenadores y periféricos, para adquisición de datos y envío de órdenes y consignas.
- Interconexión con otros ordenadores remotos.
- Gestión de alarmas, incidencias, cambios de estado, con registro de memoria, indicando fecha, hora, texto explicativo y momentos en que se han reconocido y en su caso eliminado.
- Funciones de control y ayuda de cálculos.

## 5 CAPITULO IV: PRESCRIPCIONES TÉCNICAS: EJECUCIÓN

### 5.1 CONDICIONES GENERALES DE EQUIPO, MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Todos los aparatos de control y medida, maquinarias, herramientas y medios auxiliares que constituyen el equipo a aportar por la empresa adjudicataria y responsabilidad de éste para la correcta ejecución de las Obras deberán reunir las debidas condiciones de idoneidad, pudiendo rechazar la Dirección de Obra cualquier elemento que, a su juicio, no reúna las referidas condiciones.

Si durante la ejecución de las Obras, el Director estimara que, por cambio en las condiciones de trabajo, el equipo aprobado no es idóneo al fin propuesto, podrá exigir su refuerzo o sustitución por otro más adecuado.

El equipo quedará adscrito a la Obra en tanto se hallen en ejecución las unidades en las que ha de utilizarse, no pudiéndose retirar elemento alguno del mismo sin consentimiento expreso del Director de Obra.

En caso de avería, por causas meteorológicas, actos de vandalismo, robo o cualquier otra causa, deberán ser reparados los elementos averiados o inutilizados siempre que su reparación, por cuenta de la empresa adjudicataria, exija plazos que no alteren el Programa de Trabajo que fuera de aplicación. En caso contrario deberá ser sustituido el equipo completo.

En todo caso, la conservación, vigilancia, reparación y/o sustitución de los elementos que integren el equipo aportado por la empresa adjudicataria, será de la exclusiva cuenta y cargo del mismo.

La maquinaria, herramientas y medios auxiliares que emplee la empresa adjudicataria para la ejecución de los trabajos no serán nunca abonables, pues ya se ha tenido en cuenta al hacer la composición de los precios entendiéndose que, aunque en los Cuadros de Precios no figuren indicados de una manera explícita alguna o algunos de ellos, todos ellos se considerarán incluidos en el precio correspondiente.

### 5.2 REPLANTEO

Antes de dar comienzo las obras, el Director de las mismas y auxiliado por el personal subalterno necesario, en presencia de la empresa adjudicataria o su representante, replanteará sobre el terreno las obras, dejando señales precisas para su ejecución y emplazamiento por medio de jalones.

Del resultado de este replanteo general se levantará acta de comprobación del replanteo que suscribirá el Director de las Obras y la empresa adjudicataria. Este Acta se elevará a la Superioridad para su aprobación, y en ella, constará la conformidad entre el Proyecto de la obra y el terreno, o las variaciones existentes en su caso.

Podrán realizarse con posterioridad y conforme lo exija el programa de trabajos, los replanteos de detalle en que se fijen las tangentes y bisectrices, así como los ejes de las obras de fábrica, transversales, los puntos origen y final de las obras de fábrica longitudinales y los puntos del terreno en las alineaciones, intermedios entre los vértices que se utilizarán para tomar los

perfiles transversales del terreno, de los que en su día se obtendrá la cubicación del movimiento de tierras.

Se exceptúan de la anterior prescripción aquellas señales o hitos enclavados dentro de la zona ocupada por las obras, las cuales deberán referirse a otros puntos fijos, de tal forma que pueda siempre restituirse su posición.

A partir del momento en que se lleve a cabo el replanteo de detalle, la continuación de los replanteos será de responsabilidad de la empresa adjudicataria, quien deberá disponer de personal debidamente instruido para la realización de dichos trabajos y siempre bajo la supervisión del experto medioambiental.

Sin la autorización del Director de la Obra, no podrá la empresa adjudicataria ejecutar las obras que hayan de quedar ocultas cuidando aquel de comprobar si las alineaciones se encuentran de acuerdo con las del replanteo general.

### EJECUCIÓN

Para impedir la posible afección de terreno no implicado en el proyecto, se jalonará antes del inicio de los trabajos el ámbito de los terrenos afectados por las obras con objeto de minimizar la ocupación de suelo. Para ello, se emplearán dos tipos de jalonamiento en función de la zona donde se desarrollen las obras, tipo 1 de un metro y medio (1,5 m) de altura separados cada cinco metros (5 m) entre sí y unidos mediante malla de plástico; tipo 2 formado por estacas de madera, separadas entre sí cincuenta metros (50 m), y unidas mediante cinta de señalización plástica.

En las zonas afectadas por la Red Natura 2000, se respetarán los límites con los hábitats de interés comunitario colindantes con las obras mediante el jalonamiento estricto del área tipo 1, empleándose el tipo 2 en el resto de las zonas de actuación.

Durante la ejecución de las obras se mantendrán los jalones en perfecto estado de conservación para evitar la invasión de las zonas no habilitadas para tal fin, revisándose semanalmente tanto los jalones como las cintas señalizadoras, por si es necesaria su sustitución.

A medida que se vayan finalizando las obras se retirarán todos los elementos señalizadores empleándose posteriormente en otros tramos.

### 5.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS

#### 5.3.1 DESPEJE Y DESBROCE

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

Se efectuará un decapado de la capa superficial donde se localiza el material vegetal. Esta capa de tierra se acopiará en la zona habilitada para tal fin para su uso posterior o retirada a vertedero. Estas tierras no son adecuadas para las tareas de construcción.

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

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

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

Para las especies protegidas se estará a lo dispuesto en el artículo del Programa de Vigilancia Ambiental.

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

La tierra vegetal procedente del desbroce debe ser dispuesta en su emplazamiento definitivo en el menor intervalo de tiempo posible. Debe evitarse que sea sometida al paso de vehículos o a sobrecargas, ni antes de su remoción ni durante su almacenamiento, y los traslados entre puntos deben reducirse al mínimo.

No se proyecta enterrar los materiales procedentes del desbroce. En todo caso, los materiales procedentes de estas labores no se extenderán en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua.

El vertido se efectuará a los vertederos autorizados.

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

### 5.3.2 VERTEDEROS Y ESCOMBRERAS

La empresa adjudicataria propondrá a la Dirección de Obra, la localización y forma de explotación de uno o varios vertederos para los productos resultantes de excavaciones, demoliciones y limpieza que no utilice éste en la obra. Igualmente se presentará plano de localización y distribución de los materiales sobrantes de la construcción.

Los gastos de ocupación de los terrenos y de los accesos a las zonas de vertedero, así como los trabajos de nivelación, ataluzado, drenaje y acondicionamiento de los escombros serán de cuenta de la empresa adjudicataria, salvo indicación en contra del proyecto.

### 5.3.3 ACCESO A LAS OBRAS

#### **CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS DE ACCESO**

Los caminos y accesos provisionales a los diferentes tajos serán gestionados y construidos por la empresa adjudicataria, bajo su responsabilidad y a su cargo. La Dirección de Obra podrá pedir que todos o parte de ellos sean construidos antes del inicio de las obras.

La empresa adjudicataria quedará obligada a reconstruir por su cuenta todas aquellas obras, construcciones e instalaciones de servicio público o privado, tales como vallas de cerramiento, redes subterráneas de telefonía, fibra óptica y cable, líneas eléctricas, conducciones de

abastecimiento, colectores de saneamiento, gasoductos, oleoductos, etilenoductos, obras de drenaje, depósitos de agua, combustible o de cualquier otro tipo, cualquier construcción enterrada o no, estructuras, pilotajes, muros pantalla, zapatas, túneles, galerías, yacimientos arqueológicos y cualquier otro elemento, construcción o canalización que se ven afectados por la construcción de los caminos y obras provisionales. Igualmente, deberá colocar la señalización necesaria en los cruces o desvíos con carreteras nacionales o locales y retirar de la obra a su cuenta y riesgo, todos los materiales y medios de construcción sobrantes, una vez terminada aquélla, dejando la zona perfectamente limpia.

Estos caminos o accesos provisionales estarán situados, en la medida de lo posible, fuera del lugar de emplazamiento de las obras definitivas. En el caso excepcional de que necesariamente hayan de producirse interferencias, las modificaciones posteriores para la ejecución de los trabajos serán a cargo de la empresa adjudicataria.

#### **CONSERVACIÓN Y USO**

La empresa adjudicataria conservará en condiciones adecuadas para su utilización los accesos y caminos provisionales de obra.

Los caminos particulares o públicos usados por la empresa adjudicataria para el acceso a las obras y que hayan sido dañados por dicho uso, deberán ser reparados por su cuenta.

#### **OCUPACIÓN TEMPORAL DE TERRENOS PARA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS DE ACCESO A LAS OBRAS.**

Las autorizaciones necesarias para ocupar temporalmente terrenos para la construcción de caminos provisionales de acceso a las obras, no previstos en el Proyecto, serán gestionadas por la empresa adjudicataria, quien deberá satisfacer por su cuenta las indemnizaciones correspondientes y realizar los trabajos para restituir los terrenos a su estado inicial tras la ocupación temporal.

### 5.3.4 PISTA PREVIA

#### **DEFINICIÓN**

La ejecución y mantenimiento de pista consiste en la apertura de una franja de trabajo, de una anchura necesaria para el tránsito de maquinaria de obra, transporte de materiales y para la implantación de las infraestructuras proyectadas. La rasante de la pista de trabajo será paralela a la rasante de la tubería facilitando así los posteriores trabajos de ejecución de zanja.

El término de “pista previa” incluye el desbroce, la retirada de 30 centímetros de tierra vegetal y su mantenimiento, los movimientos de tierra necesarios para el desmonte y el terraplenado de altura inferior o igual a 2 metros, la restitución de los muros de piedra, la restitución del terreno según morfología original y la reposición de tierra vegetal.

#### **EJECUCIÓN**

Las operaciones de ejecución y mantenimiento de pista se realizarán con las precauciones necesarias para conseguir unas buenas condiciones de seguridad, evitando daños en las construcciones existentes, y según lo que disponga el Director de Obra.

Esta operación se deberá efectuar antes de empezar los trabajos de excavación o terraplenado de cualquier clase. En caso de que esto no se cumpla, el Director de Obra podrá parar los trabajos de excavación o terraplenado hasta que se haya realizado la ejecución de pista.

La ejecución y mantenimiento de pista incluye la formación de una pista con una anchura necesaria según el diámetro de la tubería, con una rasante definida a partir de la rasante de la tubería, paralela a la misma.

Las características singulares de este tipo de obra hacen que las franjas teóricas destinadas a las ocupaciones temporales puedan ser reducidas a juicio de la Dirección de Obra, con criterios restrictivos y en casos excepcionales.

La ejecución de pista también incluirá la restitución de la tierra vegetal en las zonas en que se haya retirado ésta y no se ocupen definitivamente, teniendo en cuenta que se tiene que realizar con las condiciones de ejecución adecuadas para el cultivo.

Estos trabajos se realizarán de forma que no ocasionen molestias a los propietarios de las zonas cercanas a las obras. Aquellos árboles que ofrezcan posibilidades comerciales serán podados y limpiados, después se cortarán en trozos adecuados y finalmente se amontonarán cuidadosamente a lo largo de la traza, separados de los montones que se tengan que quemar o tirar. La longitud de los trozos de madera no será inferior a 3 m si lo permite el tronco.

Los árboles que el Ingeniero Director designe o marque, se conservarán intactos. Para menguar los daños a los árboles marcados, los que se tengan que sacar lo harán cayendo hacia el centro de la zona objeto de la limpieza. Cuando sea necesario evitar daños a otros árboles, al tránsito o a estructuras cercanas, los árboles se irán troceando por la copa y tronco progresivamente.

Del terreno natural sobre el que se tenga que asentar la obra, se eliminarán todos los troncos o raíces de cualquier diámetro, sea con medios manuales o mecánicos, de tal forma que no quede a menos de 50 cm de profundidad por debajo de la superficie natural.

Los materiales utilizables lo serán en las condiciones y forma que señale el Director de Obra.

Todos los subproductos forestales, quitando la leña de valor comercial, pueden ser quemados.

La quema del material se hará según las disposiciones legales vigentes en esta materia.

Los montones que tengan que ser quemados, se colocarán en el centro, muy cerca de la zona objeto de la limpieza o en espacios abiertos, procurando no originar daños a otros árboles o vegetación cercana.

El Director de Obra podrá parar los trabajos de quema por mal tiempo o por cualquier otra razón que comporte algún peligro.

En caso de encontrarse o detectarse durante la ejecución de estos trabajos previos, arquetas, tuberías o cualquiera otro elemento que se tenga que conservar y/o tenga que ser objeto de reposición posterior, estos deberán ser apropiadamente señalizados para garantizar su posterior reposición.

Los costes de esta señalización irán a cargo del Contratista.

Los restos de todo tipo de material que se tenga que transportar a vertedero o no se tenga que utilizar para rellenos o terraplenes, se deberán cargar y transportar inmediatamente a éste, sin que se permita el amontonamiento en la obra de los mencionados restos. El incumplimiento de esta condición puede comportar la paralización inmediata de las obras

### 5.3.5 EXCAVACIONES

#### **EXCAVACIÓN EN ZANJA O POZO**

La empresa adjudicataria deberá comunicar con suficiente antelación al Director de las Obras el comienzo de cualquier excavación, y el sistema de ejecución previsto, para obtener la aprobación del mismo. A este efecto no se deberá acudir al uso de sistemas de excavación que no correspondan a los incluidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares sobre todo si la variación pretendida pudiera dañar excesivamente el terreno.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán, en cualquier caso, las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno no excavado. En especial, se atenderá a las características tectónico-estructurales del entorno y a las alteraciones de su drenaje y se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: Inestabilidad de taludes en roca o de bloques de la misma, debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras, taludes provisionales excesivos, etc.

El material extraído se transportará a los lugares señalados por el Director de las Obras, y, en caso de que se autorice su apilamiento a lo largo de las zanjas, se formarán cordones bien perfilados en secciones transversales definidas y a suficiente distancia de los bordes de aquellas para evitar desprendimientos o hundimientos.

Junto con la excavación se realizarán las obras de desagüe y de entibaciones y apeos, con el fin de evitar la entrada de aguas y su eliminación en caso necesario, así como posibles desprendimientos, los cuales se realizarán por cuenta de la empresa adjudicataria. No se procederá al relleno de zanjas o excavaciones sin previo reconocimiento de las mismas y autorización escrita del Ingeniero Encargado. El perfilado de las excavaciones para emplazamiento se ejecutará con toda exactitud, admitiéndose suplementar los excesos de excavación.

La profundidad de las zanjas será como mínimo igual a un metro (1,00), más el diámetro exterior de la tubería.

La anchura de las zanjas en la base vendrá definida por los planos contenidos en el proyecto y se atenderá al diámetro de la tubería a instalar para definir dicha anchura. Se tendrá la precaución de dejar a cada lado de la tubería la anchura necesaria para facilitar las operaciones de colocación. La excavación debida al sobreancho de zanja, no fijado por el Ingeniero Director y que se ejecuta por comodidad de la empresa adjudicataria, no será de abono.

En el caso de zanjas a media ladera, la tierra extraída se verterá en el lado más alto procurando defender, en lo posible, tanto las zanjas como los acopios de las tuberías, de las aguas de escorrentía superficial.

En laderas donde hay peligro de deslizamiento se aumentará la profundidad de la zanja colocando las tuberías a ser posible fuera de la zona afectada.

Se tomarán precauciones precisas para evitar que las aguas inunden las zanjas abiertas. Las excavaciones se entibarán cuando sean necesarias y no pueda realizarse sobreexcavación para su construcción.

Deberán respetarse cuántos servicios y servidumbres se descubran al abrir las zanjas, disponiendo los apeos necesarios.

Alcanzada la profundidad prevista y regularizando el fondo hasta obtener la rasante, se efectuará el reconocimiento por el Ingeniero Director.

Si esta estima necesaria aumentar la cota de excavación para establecer cimientos suplementarios no previstos, la empresa adjudicataria no tendrá derecho a nuevo precio para tal excavación la cual ejecutará al mismo precio que la anterior.

Durante el tiempo que permanezcan abiertas las zanjas establecerá la empresa adjudicataria señales de peligro, especialmente por la noche, a cuenta de la empresa adjudicataria.

La empresa adjudicataria quedará obligada a tener en obra a su costa un equipo de bombas de achique para mantener las excavaciones siempre secas. Las excavaciones no podrán permanecer abiertas más tiempo del fijado por la Dirección de Obra. No serán de abono los daños producidos por inclemencias meteorológicas en las excavaciones abiertas o materiales instalados en éstas

## **ENTIBACIONES**

Para las conducciones proyectadas se opta por realizar sobre excavación en zanja a fin de evitar la instalación de elementos de entibado, que dificultan la realización de ésta y aumentan el coste total de dicha instalación. No obstante, en las zanjas que no estén excavadas con taludes estables de forma natural o en las que no se disponga de espacio suficiente deberán protegerse contra los posibles desprendimientos mediante entibaciones. En cualquier caso, estas protecciones deben ser dispuestas de forma inmediata cuando aparezcan síntomas de inestabilidad en la zanja. Tomando especial atención cuando la profundidad de la zanja supere el metro y medio o dos metros a lo sumo.

Las entibaciones que pudieran ser necesarias utilizar en el Proyecto objeto de este pliego, serán entibaciones mediante blindajes ligeros, las cuales consisten en unos paneles, habitualmente de aluminio, de fácil manejabilidad que se unen longitudinalmente mediante sencillas sujeciones. Son de aplicación en terrenos de cierta consistencia y en profundidades de hasta tres metros.

El diseño, dimensionamiento y cálculo de la entibación, son de la exclusiva responsabilidad de la empresa adjudicataria, quien debe presentar a la Dirección de Obra, si así lo requiere, los planos y cálculos justificativos de la misma.

No obstante, se pueden emplear otros sistemas de entibación, siendo los más usuales:

- Entibación con paneles de madera. Hoy en día sólo se emplea como solución puntual y para profundidades pequeñas, no superiores a dos metros. En zonas urbanas con muchos servicios transversales a la zanja presenta la ventaja, por ejemplo, de su mayor accesibilidad, pero en la actualidad es raro proyectar un sistema de entibación en su totalidad mediante paneles de madera.

- Entibación mediante cajones de blindaje. Consiste en el montaje fuera de la zanja de distintas planchas con sus extremos reforzados que configuren un cajón que pueda introducirse en la zanja de una sola vez o a medida que aumente la profundidad con la ayuda de la maquinaria de la excavación. Se emplea en profundidades de hasta 3 ó 4 metros.
- Entibación por paneles deslizantes con guías. Es uno de los sistemas más utilizados en la actualidad. Se trata de unas planchas deslizantes que se introducen en el terreno a través de unos perfiles-guía que se han colocado previamente, los cuales, a su vez, pueden ser simples o dobles. Con este sistema es fácil alcanzar profundidades de hasta 7 u 8 metros.

## **EXCAVACIONES EN ZONAS DE DESMONTE**

La excavación a cielo abierto o desmonte consiste en las operaciones necesarias, para excavar, remover, evacuar y nivelar los materiales de la zona comprendida entre el terreno natural, después de haber realizado el desbroce y excavación de la tierra vegetal, si hace falta, y el limitado por el volumen ocupado por la obra según los planos, siempre que no sean consideradas como excavaciones de pozos o zanjas.

Se incluye en esta unidad la ampliación de trincheras i/o la mejora de los taludes en los desmontes, formación de pista, estaciones de bombeo, pozos de hincas, que fuesen necesarios en la ejecución del Proyecto.

Se ejecutará conforme a lo especificado en el Artículo 320.3 del "P.G.3".

No se podrá realizar ningún tipo de excavación hasta que no se hagan tomadas las referencias topográficas precisas por tal de confeccionar los perfiles del terreno original.

Las excavaciones se ejecutarán de forma que la superficie acabada sea análoga a la considerada a los planos.

Las superficies vistas, como taludes, cunetas, etc., tendrán que tener una forma sensiblemente plana, refinándose cuantas veces sean necesarias hasta conseguirlo.

Mientras se realicen las diversas etapas de construcción, y hasta el relleno definitivo de las excavaciones, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje, realizando el sistema de evacuación de agua más conveniente a juicio del Director de Obra (zanjas drenantes, well-points, etc.) y utilizando los medios auxiliares necesarios (grupos electrógenos, bombas, mangas flexibles, etc.) a fin que la presencia de agua no perjudique las unidades de obra a realizar.

Cuando el nivel freático se encuentre por encima de la línea de excavación, se tendrá especial cuidado tanto en la elección y en la intensidad de los sistemas de evacuación de agua, así como en los medios auxiliares necesarios.

Durante la ejecución de desmontes se prevé la salida de aguas pluviales porque no se almacenen en la zona excavada.

En los desmontes en roca, las voladuras se realizarán teniendo en cuenta los criterios fijados por el Director de Obra, que podrá escoger la técnica más adecuada para conseguir una superficie libre, plana y lo menos fracturada posible.

Los materiales sobrantes de la excavación se transportarán al vertedero o al lugar de su utilización posterior. Este transporte a vertedero tendrá que ser inmediato en el caso de barro, roca y tierras no aprobadas expresamente por el Director de Obra, ya que únicamente se permitirá el acopio a obra de los suelos que puedan ser utilizables para rellenos posteriores. No respetar esta condición puede comportar la paralización de las obras hasta que no se efectúe el transporte al vertedero de los restos acopiados sin autorización.

En ningún caso se procederá al refinado de la superficie que ha de recibir el revestimiento. Si se hormigona contra el terreno, esta operación se llevará a cabo pasadas 24 horas después del refinado. Si esto no es posible la excavación previa tendrá que dejar un margen de 0,20 a 0,30 m de grueso de material a excavar durante el refinado final. En cualquier caso, durante el período posterior al refinado de la caja se tomarán las medidas necesarias por tal de mantener la superficie de la caja con un grado de humedad adecuado.

Todos los saneamientos tendrán que estar documentados por el Contratista al Director de Obra, que los contrastará, verificará y aprobará expresamente si así hace falta.

El Contratista tiene la obligación de excavar y retirar al lugar de acopio o vertedero todos los productos derivados de desprendimientos, rupturas, etc.

En general, el Contratista tomará las medidas adecuadas encaminadas a no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial se tendrán que adoptar las precauciones necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debido a voladuras inadecuadas, deslizamientos producidos por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y arrastres debidos a un drenaje defectuoso de la obra.

No se rechazará ningún material excavado si a juicio del Director de Obra puede utilizarse en otras unidades de obra.

### **FORMACIÓN DE CAMA DE TUBERÍAS**

Anterior a la colocación de los tubos y previa limpieza del fondo de la zanja de modo que no queden materiales sueltos ni materiales extraños se procederá a la ejecución del asiento de la tubería, atendiendo a las especificaciones en cuanto a medidas contenidas en los Planos. Se dispondrá un lecho de arena o gravilla de un espesor mínimo de 10 cm como cama para las conducciones según las secciones tipo definidas en los planos del proyecto.

### **RELLENOS DE ZANJAS**

El relleno de las zanjas se hará conforme a las rasantes y características señaladas en los planos o de acuerdo con las instrucciones que en su momento dicte el Director de obra.

Se colocará relleno de material granular hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la conducción. El resto de material a aportar hasta la cota de terreno inicial procederá de la propia excavación, compactado a 95% del Proctor Modificado.

En los casos especiales del cruce de carreteras el relleno de la zanja se realizará según se especifica en los planos.

### **CARGA, TRANSPORTE Y VERTIDO**

Las operaciones de carga, transporte y vertido se realizarán con las precauciones precisas para evitar proyecciones, desprendimientos de polvo, etc., debiendo emplearse los medios adecuados para ello.

La empresa adjudicataria tomará las medidas adecuadas para evitar que los vehículos que abandonen la zona de obras depositen restos de tierra, barro, etc., en las calles, carreteras y zonas de tráfico, tanto pertenecientes a la obra como de dominio público que utilice durante su transporte a vertedero. En todo caso eliminará estos depósitos a su cargo.

#### **5.3.6 TERRAPLENES**

Los materiales que se emplearán en la formación de los terraplenes, cumplirán lo especificado en el artículo 330 del PG3.

#### **5.3.7 COMPACTACIÓN**

Cuando el contenido de humedad y las condiciones de extendido de cada tongada sean las apropiadas, se procederá a la compactación.

La compactación se realizará con equipos de maquinaria adecuados a las características del material hasta conseguir, al menos, la densidad mínima especificada.

Los distintos valores mínimos de compactación a alcanzar dependiendo de los elementos en construcción (núcleo, plano de fundación y coronación de embalse, rellenos zanjas, construcciones) se realizarán según normativa vigente quedando recogidos en el Anejo nº 23: Control de Calidad.

Si durante la compactación de una tongada se comprobara que la humedad de ésta estuviera fuera de los límites tolerados, se procederá a la remoción de toda la tongada y se humectará u oreará, en su caso, hasta conseguir el contenido de humedad especificado.

Las densidades exigidas deberán conseguirse en todo el volumen del relleno ejecutado, inclusive en las proximidades de los taludes o paramentos de la obra. Para ello se dispondrán los sobreamanchos que sean necesarios para el eficaz trabajo de los equipos de compactación o se emplearán equipos ligeros de compactación en las proximidades de los taludes. En caso de no obtenerse la densidad mínima especificada se removerá el relleno en todo el volumen que corresponda a los ensayos no satisfactorios, repitiendo el proceso de compactación hasta su cumplimiento.

Debe prestarse especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan ni movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto habrá de reducirse en lo necesario el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación. Asimismo, en el caso de los tubos flexibles, hay que prestar especial atención a la compactación del relleno.

En cualquier caso, no debe rellenarse la zanja en tiempo de heladas o con material helado, salvo que se tomen medidas para evitar que queden enterradas proporciones de suelo congelado.

### 5.3.8 HINCADO DE TUBERÍAS

#### **DEFINICIÓN**

El hincado de tubos es en cualquier tipo de terreno, y comprende las operaciones necesarias para la instalación de conducciones sin recurrir a zanjas.

#### **EJECUCIÓN**

No se podrán iniciar las excavaciones hasta que el proceso constructivo no haya sido aprobado por el Director de Obra.

El Contratista presentará para la aprobación por parte del Director de Obra, o por el Facultativo que él designe, plano detallado de todas y cada una de las obras necesarias para la realización del hincado de los tubos y de la perforación horizontal.

Para las hincas se realizarán los pozos de ataque y los muros de reacción necesarios para el hincado de las tuberías.

Los proyectos, permisos, licencias, seguros, etc. serán realizados por el Contratista.

Mientras se realicen las diversas etapas de construcción las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje, realizando el sistema de evacuación de agua más conveniente (zanjas drenantes, etc.) y utilizando los medios auxiliares necesarios (grupos electrógenos, bombas, mangueras flexibles, etc.) a fin de que la presencia de agua no comporte perjuicios.

Cuando la presencia de agua o el nivel freático afecte a las excavaciones se tomarán las medidas encaminadas a conseguir un drenaje correcto.

Los materiales sobrantes de la excavación se transportarán al vertedero o al lugar de su utilización posterior, permitiéndose el acopio en obra tan sólo de los productos que puedan ser utilizables para rellenos posteriores.

El Contratista realizará por su cuenta los trabajos topográficos y geotécnicos que considere necesarios para garantizar la ejecución de la perforación o bien asumirá el informe geotécnico y topografía del proyecto a su riesgo y ventura sin que se admitan reclamaciones por dicho concepto.

En cuanto a los servicios afectados, se le suministrarán los servicios detectados en el proyecto y asumirá la responsabilidad de su comprobación sobre el terreno, así como la comprobación de la existencia de nuevos servicios que no se hubieran detectado. Con los resultados obtenidos de esta comprobación previa, se asumirá la bondad del proyecto o se planteará la necesidad de cambiar el sistema de ejecución o incluso la ubicación de la hinca. Una vez iniciada la hinca no se admitirá ninguna reclamación por este concepto.

### 5.4 DEMOLICIONES

#### 5.4.1 DEFINICIÓN

Consiste en el derribo o levantamiento de todas las construcciones o elementos constructivos, tales como aceras, firmes, pretilas, fábricas de hormigón u otros, que sea necesario eliminar para la adecuada ejecución de la obra.

Incluye las siguientes operaciones:

- Trabajos de preparación y de protección.
- Derribo, fragmentación o desmontaje de construcciones y elementos.
- Retirada de los materiales.

#### 5.4.2 ESTUDIO DE LA DEMOLICIÓN

El orden de demolición se efectuará, en general, de arriba hacia abajo de tal forma que la demolición se realice prácticamente al mismo nivel, sin que haya personas situadas en el mismo vertical ni en la proximidad de elementos que se abatan o vuelquen.

No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostramiento en tanto no se supriman o contrarresten las tensiones que inciden sobre ellos.

Se apuntalarán los elementos en voladizo antes de aligerar sus contrapesos.

En general, se desmontarán sin trocear los elementos que puedan producir cortes o lesiones. El troceo de un elemento se realizará por piezas de tamaño manejable por una sola persona. El corte o desmontaje de un elemento, no manejable por una sola persona, se realizará manteniéndolo suspendido o apuntalado, evitando caídas bruscas y vibraciones que se transmitan al resto de la estructura.

El abatimiento de un elemento se realizará permitiendo el giro, pero no el desplazamiento de sus puntos de apoyo, mediante mecanismo que trabaje por encima de la línea de apoyo del elemento y permita el descenso lento.

Las cargas se comenzarán a elevar lentamente, con el fin de observar si se producen anomalías, en cuyo caso se subsanarán después de haber descendido nuevamente la carga de su lugar inicial.

Se evitará la formación de polvo regando ligeramente los elementos y/o escombros.

Al finalizar la jornada no deben quedar elementos de la estructura en estado inestable, de forma que el viento, las condiciones atmosféricas u otras causas no puedan provocar su derrumbamiento. Se protegerán de la lluvia mediante lonas o plásticos las zonas o elementos de la estructura que puedan ser afectados por aquella.

Previamente a los trabajos de demolición de estructuras se elaborará un proyecto de demolición, que deberá ser sometido a la aprobación del Director de las Obras, siendo el Contratista responsable del contenido de dicho estudio y de su correcta ejecución.

En el estudio de demolición deberán definirse como mínimo:



- Métodos de demolición y etapas de su aplicación.
- Estabilidad de las construcciones remanentes en cada etapa, así como los apeos y cimbras necesarios.
- Estabilidad y protección de construcciones remanentes que no vayan a ser demolidas.
- Protección de las construcciones e instalaciones del entorno.
- Mantenimiento o sustitución provisional de servicios afectados por la demolición.
- Medios de evacuación y definición de zonas de vertido de los productos de la demolición.
- Cronogramas de trabajos.
- Pautas de control.
- Medidas de seguridad y salud.

Antes de comenzar el proceso de demolición se comprobará mediante los ensayos y catas necesarios que el pretensado es adherente, de no ser así se deberá recalcular todo el proceso. Durante la ejecución de la demolición se auscultarán los desplazamientos en los puntos más significativos del tablero, y en caso de un incremento anómalo de éstos se detendrá el proceso para estudiar la situación, tomando las medidas de protección necesarias.

Las cimbras y demás elementos auxiliares deberán cumplir lo indicado en las “Instrucciones complementarias para la utilización de elementos auxiliares de obra en la construcción de puentes de carretera” Orden FOM/3818/2007.

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

### 5.4.3 PROCESO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### **LEVANTAMIENTO DE PAVIMENTO**

La demolición del pavimento se llevará a cabo, en general, antes de proceder al derribo, en su caso, del elemento resistente sobre el que apoyan.

El empleo de compresores, martillos neumáticos, eléctricos o cualquier medio auxiliar que produzca vibraciones deberá ser previamente autorizado por el Director de la Obra.

#### **CONTROL**

Mientras duren los trabajos de demolición se seguirá un exhaustivo control, específico para cada una de las actividades a desarrollar. Con la frecuencia que se señale para cada elemento constructivo a demoler, el Director de la Obra anotará en el índice de control y vigilancia preparado al efecto el cumplimiento o incumplimiento de todas y cada una de las medidas y especificaciones señaladas en el presente Pliego en los aspectos relativos a:

Ejecución de medidas previas a la demolición.

- Medidas de protección colectiva.
- Medidas de protección personal.
- Organización y forma de ejecutar los trabajos.
- Otros medios de seguridad a vigilar.

y a las órdenes del Director de la Obra. En su defecto, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Los trabajos de apertura de taladros en hormigón con misión estructural serán llevados a cabo por operarios especializados en el manejo de los equipos perforadores. Si va a ser necesario cortar armaduras o puede quedar afectada la estabilidad del elemento, deberán realizarse los apeos que señale el Director de la Obra; no se retirarán estos mientras no se haya llevado a cabo el posterior refuerzo del hueco.

El empleo de compresores, martillos neumáticos, eléctricos o cualquier medio auxiliar que produzca vibraciones deberá ser previamente autorizado por el Director de la Obra.

## 5.5 ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN

### 5.5.1 ESCARIFICACIÓN

Consiste, en la disgregación de la superficie del terreno y su posterior compactación a efectos de homogeneizar la superficie de apoyo, confiriéndole las características prefijadas de acuerdo con su situación en la obra.

La operación se llevará a cabo de forma que sea mínimo el tiempo que medie entre el desbroce, o en su caso excavación, y el comienzo de éstas.

La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con las profundidades que estipulen el Proyecto o la Dirección de las Obras.

Previamente a su ejecución, el Contratista deberá reconocer el terreno y advertir a la Dirección de Obra de cualquier posible afección con servicios existentes que pudiera existir. En caso contrario, cualquier daño que se ocasionen a los mismos será responsabilidad exclusiva del Contratista, por lo que éste asumirá el coste derivado de la reposición al estado original de los mismos. Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

### 5.5.2 COMPACTACIÓN

La compactación de los materiales escarificados se realizará con arreglo a lo especificado en el artículo 330, "Terraplenes" del PG-3 vigente (redacción dada por la Orden FOM/1382/02, de 16 de mayo). La densidad será igual a la exigible en la zona de obra de que se trate.

Deberán señalarse y tratarse específicamente las zonas que correspondan a la parte superior de obras o instalaciones subyacentes, adoptándose además las medidas de protección, frente a la posible contaminación del material granular por las tierras de cimiento de terraplén, que prevea el Proyecto o, en su defecto, señale la Dirección de las Obras.

### 5.5.3 ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL FIRME EXISTENTE

Consiste en la disgregación del firme existente, efectuada por medios mecánicos, eventual retirada o adición de materiales y posterior compactación de la capa así obtenida.

La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con la profundidad que se estipule en el Proyecto o que señale la Dirección de las Obras.

Los equipos de maquinaria para la escarificación deberán ser propuestos por la empresa y aprobados por la Dirección de las Obras.

Los productos removidos no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado.

Los equipos de compactación y el grado de compactación serán los adecuados al material escarificado. Se deberá alcanzar en el firme escarificado una densidad seca del 100 % del P.N., salvo que la Dirección de Obras, atendiendo a la heterogeneidad del material resultante, considere inapropiado la utilización de dicha medida.

## 5.6 PROTECCIÓN DE TERRENO Y LOS TERRAPLENES

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá de acuerdo con lo que, al respecto, se señale en el Proyecto y con lo que especifique el Director de las Obras, en concreto, en cuanto a la extensión y profundidad que debe ser retirada. Se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el Director de las Obras o indique el Proyecto.

La retirada, acopio y disposición de la tierra vegetal se realizará cumpliendo las prescripciones del apartado 300.2.2 del PG3, y el lugar de acopio deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como bulones, guitado, plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., dichos trabajos deberán realizarse tan pronto como la excavación del talud lo permita.

## 5.7 CAMPAÑA COMPLEMENTARIA DE TRABAJOS DE CAMPO

### 5.7.1 CALICATAS

Se realizarán con una retroexcavadora, de potencia suficiente para excavar suelos y roca meteorizada de grado IV-V, hasta una profundidad de unos cuatro (4) metros.

En el momento de su excavación debe estar presente un técnico cualificado, aceptado por la Administración, quien anotará las dificultades de excavación, aparición de agua en el fondo o en las paredes de la misma (con indicación, al menos, cualitativa del caudal), estabilidad del corte, etcétera.

Dicho técnico realizará la descripción de los suelos y los ensayos de campo (penetrómetro o vane test) que le ayuden a estimar la consistencia de los materiales cohesivos. Se encargará, también, de la toma de muestras, por lo menos dos (2), para la realización de ensayos. Si es preciso tomar muestras en bloque inalteradas, se seguirá el proceso especificado en la norma UNE 7371:1975.

Las calicatas se volverán a rellenar inmediatamente, salvo que se solicite lo contrario para poder observar por algún tiempo la afluencia de agua, estabilidad de las paredes, etcétera.

Cada calicata recibirá una identificación formada por una letra que indique plataforma, desmonte, relleno, préstamo, yacimiento o estructura, y un número de orden dentro de cada tipo. Cuando una tenga dos fines distintos se le referenciará por las dos que correspondan.

De cada calicata se tomarán coordenadas o referencias por distancias a puntos bien definidos de la cartografía 1:1.000.

## 5.8 INSTALACIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE PRESIÓN PARA TUBERÍAS

### 5.8.1 CONDICIONES GENERALES DE MONTAJE

Previo a la instalación de la tubería, y una vez realizado el replanteo general de las obras y ejecutada la excavación de la zanja, se realiza el replanteo de la tubería, para lo que se señalan sus vértices y colocan puntos de referencia, de alineación y de nivel, a partir de los que colocan los tubos.

Unas tolerancias de colocación de los tubos instalados en zanja respecto a su posición teórica fijada en los planos del proyecto pueden ser las siguientes (MOPU, 1989):

- Máxima desviación de la alineación  $\pm 5$  cm
- Máxima desviación del nivel: Pendientes  $> 1\% \pm 10$  mm
- Pendientes  $> 1\% \pm 2$  mm

El montaje de unos tubos con otros, si son de PRFV deberá realizarse en el interior de la zanja. Solo los tubos de PVC-O, los de PE, y con mayores precauciones también los de acero, pueden ser montados en el exterior de la zanja e introducirse en ella una vez unidos.

El montaje de la tubería debe realizarlo personal experimentado, que, a su vez, deberá vigilar el posterior relleno de la zanja, en especial la compactación de las zonas más próximas al tubo. Antes de bajar los tubos a la zanja deben examinarse a simple vista.

Una vez realizada la apertura de la zanja y el refino la misma, amontonando los productos de la excavación en uno de los lados, se descargarán los tubos en el opuesto, que, en caso de terreno accidentado, deberá ser siempre el lado de abajo para evitar que el agua pueda arrastrar las tuberías.

El acopio hasta el lugar de aprovisionamiento se realizará en camión, completándolo con acarreo a mano hasta el lugar exacto.

Los accesorios o piezas especiales deberán distribuirse junto a la tubería y en las proximidades de los sitios de colocación de modo que puedan apreciarse las faltas o sobrantes que pudiera haber.

### 5.8.2 CARGA Y TRANSPORTE A OBRA

En la carga, transporte y descarga de los tubos, se evitará:

- Los choques, siempre perjudiciales a los tubos, se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer.
- Rodarlos sobre las piedras en general.

- Las cuerdas o eslingas metálicas para su manejo,

En general, se tomarán las precauciones necesarias de tal manera que no sufran golpes o daños de importancia.

La descarga, se realizará de tal manera que los tubos no se golpeen entre sí, ni contra el suelo. Los tubos se descargarán a ser posible, en la zanja o cerca del lugar dónde deben ser colocados en la misma.

Tanto en el transporte como en el apilado, se tendrá en cuenta el número de ellos que se pueden apilar de forma que las cargas de aplastamiento no superen el 50 % de las pruebas.

Con independencia de la vigilancia que ofrezca la Dirección de obra, la empresa adjudicataria está obligado a inspeccionar los pedidos de las tuberías y las piezas especiales en la fábrica, asegurándose de que se corresponden con las exigencias del Proyecto y que no hay elementos deteriorados.

La carga se atará con dos o tres cadenas o cuerdas a la plataforma, según se trate de tubos de 5 o 6 m.

En el transporte se evitará, en todo lo posible, las trepidaciones de golpes secos que pudieran dañar al material, impidiendo el contacto con piezas de fundición o cualquier otro material rígido con puntas o aristas.

En las descargas se observarán las mismas precauciones que en la carga, realizando el trabajo a mano, evitando golpear y arrastrar las tuberías por el suelo.

En el caso de que se trate de material embalado y debidamente protegido, se podrá efectuar mecánicamente la carga y descarga.

Se mantendrá la máxima seguridad del proceso en:

- Utilizar eslingas o cuerdas (siempre medios flexibles) para elevar los tubos; si se utilizan eslingas, estas deberán ser de lona o poliéster con una anchura mínima de 10 cm y con la posibilidad de tirar tanto en “ramal doble” como en “lazada” (tener en cuenta las cargas máximas utilizables en cada caso). Si se utilizan cuerdas, estas deberán ser de nylon con un diámetro mínimo de 30mm.
- No usar en ningún caso cables o cadenas de acero para la elevación de los tubos.
- No dejar caer, golpear o hacer tope con los tubos.
- Las piezas de tubería recta pueden ser elevadas usando solamente un punto, sin embargo y por cuestiones de seguridad dada la rugosidad de la superficie, es preferible la elevación por dos puntos simétricos respecto al centro del tubo.
- En ningún caso se debe introducir el medio de elevación a través del interior del tubo.
- Las piezas prefabricadas formadas por varias secciones necesitan siempre de dos puntos de elevación.

### 5.8.3 SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Tanto en la fábrica como en la obra, deberán observarse las siguientes precauciones:

- Reducir al máximo el período de almacenamiento para preservar a los revestimientos de la intemperie.
- Los lugares de acopio se establecerán de manera que los desplazamientos de la tubería dentro de la obra sean lo más reducidos posibles, reuniendo las siguientes condiciones:
  - Estar nivelado.
  - Estar exento de objetos duros y cortantes.
  - Reducir la altura de las pilas a 1'50 m. como máximo y si la temperatura excede de 50°C rebajar dicho límite a 1 m.
  - Asegurar la aireación para evitar la deformación de los tubos por acumulación de calor.
  - Almacenar los tubos colocándolos en las capas horizontales, de manera que sobresalgan las copas por sus extremos.
  - Evitar que el suelo tenga salientes o piedras con sobre-aristas vivas.
  - En épocas calurosas colocar las tuberías en lugar sombreado y si no es posible recubrirlas con paja, ramajes o lonas.
- El ritmo de suministro se establecerá de acuerdo a las necesidades de material establecidas en la programación de la obra.
- La carga y la descarga se realizarán de modo que la tubería no sufra golpes, ni raspaduras, quedando perfectamente inmovilizada sobre la caja de los camiones, para que durante el transporte no se puedan producir daños.
- Cada entrega irá acompañada de un albarán donde se indique el número y tipo de tuberías, manguitos, juntas y piezas especiales que componen el suministro.

Inspección a la llegada

Nada más llegar la tubería a obra, la empresa adjudicataria deberá seguir los siguientes pasos:

- Inspeccionar el transporte para comprobar la correcta colocación de los listones de madera, las cuñas y los medios de sujeción (eslingas de nylon o cuerdas). Registrar el resultado.
- Si la carga ha sufrido algún desplazamiento o existen síntomas de movimiento de la misma durante el transporte, inspeccionar cuidadosamente el exterior, el interior y los extremos de los tubos para comprobar la ausencia de daños, haciendo constar por escrito las incidencias que se observen.

### **TUBOS DE PVC**

Se cumplirá en todo momento lo descrito en el apartado 8 de la UNE ENV 1452-6:202: “Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua”.

### **TUBOS DE PRFV**

Para el correcto almacenamiento de la tubería deben seguirse las siguientes recomendaciones:

- La tubería < 1000mm puede ser acopiada directamente sobre suelo siempre que este sea de tipo arenoso y que se haya examinado cuidadosamente de cara a comprobar que se

trata de un terreno plano y libre de piedras de diámetro mayor de 4 cm o de otros escombros que puedan dañar el tubo.

- El terreno no es arenoso, el tubo sufrirá una flexión como consecuencia del mayor diámetro de los extremos, por lo que para impedirlo se almacenará la tubería sobre listones de madera.
- No almacenar nunca el tubo sobre objetos extraños o superficies irregulares.
- No almacenar nunca la tubería cerca de líquidos inflamable o posibles fuentes de llama.

En lo que se refiere al tiempo de almacenamiento, la tubería puede permanecer almacenada al aire libre durante un periodo de 20 meses sin sufrir ningún tipo de daño debido a la radiación ultravioleta. Limitar la altura de apilado en función del diámetro de la tubería, según la siguiente tabla:

APILADO MÁXIMO	
Diámetro tubería (mm)	Número de tubos
400 a 600	4
700 a 1000	3

### **TUBOS DE ACERO HELICOIDAL**

El suministro debe ejecutarse según la Norma UNE-EN 10224:2003: “Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano. Condiciones técnicas de suministro”, por la cual:

Los tubos deben suministrarse en la condición de bruto de soldadura, acabado en caliente, conformado en frío o acabado en frío a la elección del fabricante. Sin embargo, para alcanzar las características requeridas, puede efectuarse un tratamiento térmico.

Los tubos suministrados no deben contener soldaduras de empalme utilizadas para unir longitudes de bandas laminadas en caliente o en frío antes del conformado, salvo para los tubos soldados helicoidalmente por arco sumergido, la soldadura de empalme entre bandas puede formar parte del tubo suministrado a condición de que la soldadura se realice por el mismo método de soldeo que el cordón helicoidal.

### **5.8.4 MANIPULACIÓN**

Se adoptarán las medidas de seguridad oportunas para que el personal no corra riesgo de accidentarse, siendo de aplicación lo establecido en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

- Se recomienda utilizar eslingas de nylon durante el montaje de cara a elevar el tubo y evitar el rozamiento con el suelo. Estas eslingas sirven también para guiar al tubo en este proceso de montaje.
- Los diámetros pequeños pueden instalarse sin trácteles, empleando como elemento de empuje la propia excavadora de la obra. En estos casos el extremo del tubo donde se aplique el empuje deberá protegerse con una viga de madera. En ningún caso, se deberá aplicar la fuerza directamente sobre el tubo.

- No se debe intentar unir dos tuberías con una deflexión angular, puesto que hay riesgo de que la junta se desplace de su alojamiento. Deben ensamblarse alineadas y luego dar la deflexión requerida.

### **TUBOS DE FUNDICIÓN**

### **DESOVALIZACIÓN**

En el transporte y las manipulaciones pueden provocar una ovalización de los tubos tal que resulte imposible montar correctamente los elementos de canalización.

- Ovalización en % =  $100 \cdot (DM - dm) / (DM + dm)$
- DM: diámetro máximo medido
- dm: diámetro mínimo medido.

Los casos de ovalización perjudiciales al montaje de los tubos son muy poco frecuentes con los diámetros pequeños y medianos (DN < 400).

El defecto puede ser eliminado aplicando uno de los siguientes procedimientos, pero comprobando que esta operación no provoca ninguna degradación del cemento.

### **EQUIPO NECESARIO**

- Un tráctel de cable
- Un soporte de tráctel con rodillo de guía de cable
- Una zapata con 2 rodillos de guía de cable

### **PROCEDIMIENTO**

Se monta el aparato y se tensiona el cable.

Se controla la desovalización de la espiga teniendo cuidado para no ir más allá de la forma circular.

Se comprueba que esta operación no ha generado ninguna degradación del revestimiento interior de cemento.

Estando el aparato en posición se efectúa el montaje. La tensión del cable debe mantenerse mientras se monta la junta con el fin de compensar la deformación elástica.

### **REPARACIÓN DEL REVESTIMIENTO EXTERIOR**

Puede suceder que el revestimiento exterior básico esté dañado durante el transporte, el almacenamiento o la colocación.

Su reparación puede realizarse en obra o en el lugar de almacenamiento mediante productos bituminosos, siguiendo un procedimiento sencillo.

Se plantean dos casos posibles.

- Daños pequeños (superficies reducidas, zinc conservado): No es necesaria ninguna reparación.
- Daños más importantes

Una reparación del revestimiento con barniz bituminoso debe ser realizada según el procedimiento descrito a continuación.

- El material:
  - Cepillo,
  - pincel,
  - rodillo o
  - pistola (de aire o airless).

Preparación de la superficie

- Cepillar un poco para retirar las suciedades.
- Secar las superficies a revestir (soplado de aire seco desaceitado, soplete, etc.).
- En el caso de baja temperatura, de humedad o de utilización inmediata del tubo, es necesario calentarlo moderadamente con un quemador de gas hasta una temperatura de aproximadamente 50 °C (soporte demasiado caliente para la mano).
- Aplicación del producto
- Aplicar el producto cruzando las pasadas hasta que la película depositada esté al nivel del revestimiento de origen con recubrimiento de las partes vecinas sin dañar.

### **REPARACIÓN DEL REVESTIMIENTO INTERIOR**

Puede ocurrir que el mortero de cemento resulte dañado durante manutenciones bruscas o accidentes. Algunas operaciones sencillas y rápidas bastan para reparar este revestimiento.

Las degradaciones que puede presentar el mortero de cemento, después de manipulaciones bruscas o accidentes, son reparables en la obra con la condición de que no sean demasiado importantes:

- Superficie inferior a 0,10 m<sup>2</sup>,
- Longitud de la degradación inferior a la cuarta parte de la circunferencia del tubo, y si no existe en la pared del tubo ninguna deformación localizada.

En caso contrario, cortar la parte dañada.

Material necesario para la aplicación del mortero

- Pincel, cepillo
- Llama,
- Paleta o lengüetilla.

Preparación de la superficie

- La reparación del revestimiento de mortero de cemento debe efectuarse en un lugar protegido contra las heladas.
- Dentro de lo posible, orientar la pieza poniendo hacia abajo la zona a reparar.
- Eliminar la parte dañada, así como 1 o 2 cm de revestimiento sano con un buril y un martillo.
- Los bordes del área así quitada deben ser perpendiculares a la superficie de la pieza de fundición.
- Eliminar con cepillo metálico las partes no adherentes.
- Humedecer la zona a reparar.
- Unos minutos antes de realizar la reparación, mojar con la mezcla de agua y emulsión, con un pincel, el mortero de origen situado en la periferia de la zona a reparar en una anchura de unos 20 cm.

Preparación del material de reparación

La emulsión debe ser la misma que la que se ha utilizado para la capa de agarre.

Mezclar los dos componentes secos, a continuación, los dos líquidos, hasta conseguir un mortero de consistencia pastosa; si es necesario, ajustar el volumen de agua.

Aplicación del mortero

- Aplicar el mortero con la llana y compactarlo correctamente con el fin de recuperar el espesor inicial.
- Igualar la superficie reparada con una paleta (u otra herramienta apropiada al caso).
- Verificar que han quedado totalmente eliminados los intersticios entre el mortero que se acaba de aplicar y el original.
- Aplicar una capa de protección (agua + emulsión) 30 minutos como máximo después de haber nivelado la superficie, con el fin de obtener un buen comportamiento del retoque y evitar una deshidratación demasiado rápida del cemento (cubrir con un trapo húmedo hasta el fraguado).

### **5.8.5 COLOCACIÓN, MONTAJE E INSTALACIONES**

- Antes de bajar los tubos a la zanja se examinarán, apartando y marcando los que presenten algún tipo de deterioro. Especialmente se observará el estado de los extremos.
- El montaje se realizará por personal especializado. Una vez preparada la zanja y apoyo donde va a ir alojado el tubo, éste se baja al fondo de la zanja con los medios adecuados al diámetro, peso y longitud de la tubería, evitando que reciba golpes durante el descenso.
- Se deberá prestar atención a la realización del apoyo o base del tubo, para evitar problemas a largo plazo.
- El enchufe y/o aproximación de los tubos debe hacerse con medios que no los dañen. Deben respetarse siempre las tolerancias, radios de curvatura y ángulos de deflexión admisible facilitado por el fabricante, debiendo además comprobarse la limpieza de los extremos.

- Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua mediante los correspondientes desagües en la zona de excavación, y si fuera necesario se agotará el agua con bomba, tanto si la junta es soldada como si es elástica.
- Cuando las pendientes de la zanja sean superiores al 10%, la tubería se colocará en sentido ascendente, y se tomarán las debidas precauciones para evitar el deslizamiento de los tubos. Si se precisase reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera colocación.
- Cuando se interrumpa la colocación de la tubería se taponarán los extremos libres, para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños, y al reanudar el trabajo se examinará con todo cuidado el interior de la tubería, por si pudiera haberse introducido algún cuerpo extraño en la misma.
- Cuando pueda producirse la flotación de algún tramo de la conducción, como podría suceder en el caso de que los tubos montados tengan ya sus juntas estancas y esté la zanja abierta y en vaguada, sin desagües por sus puntos bajos, se tomarán las medidas necesarias para evitar la posible flotación.
- Se debe ir recubriendo la tubería, con la condición de dejar vistas las uniones, a medida que se va efectuando el montaje.
- En general, no se deben de colocar más de cien metros de tubería sin proceder al relleno parcial de la zanja, con el fin de evitar la posible flotación de la tubería.
- En el relleno de la zanja se distingue dos zonas, la baja, que alcanza una altura de 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo y la zona alta, que corresponde al resto del relleno de la zanja hasta sus bordes superiores.
- En la zona baja el relleno debe ser de material no plástico, preferentemente granular y sin materia orgánica, colocándose en capas de pequeño espesor, compactadas mecánicamente.
- En la zona alta de la zanja, el relleno puede realizarse con cualquier tipo de material que no produzca daños en la tubería. Colocándose en tongadas horizontales compactadas mecánicamente.
- El material de relleno, tanto para la zona alta como para la baja, puede ser, en general, procedente de la excavación de la zanja a menos que sea inadecuado, según lo indicado en los párrafos anteriores. En estos casos los materiales de relleno deben obtenerse de préstamos autorizados.
- Debe de prestarse especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan ni movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto habrán de reducirse en lo necesario el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación.
- Si por cualquier causa algún tubo quedase mal colocado, deberá removerse incluso el relleno de apoyo, iniciando el proceso desde esta operación.
- Las zanjas se mantendrán libres de agua, adoptando los procedimientos de achique o desagüe que se consideren más oportunos.

### **TUBERÍA DE PVC**

Se cumplirá en todo momento lo descrito en el punto 10 de la UNE ENV 1452-6: Prácticas recomendadas para su instalación.

La anchura de la zanja recomienda tenga mínimo, el diámetro exterior del tubo más 40 centímetros. La carga de tierra sobre la tubería será mayor cuanto más ancha sea la zanja en la parte superior y, teniendo en cuenta que el peso de la tierra sobre la misma debe limitarse a un mínimo, no es prudente darle a la zanja una anchura excesiva. Si por cualquier causa, hubiese necesidad de dar a la zanja una anchura mayor de la necesaria, se ensanchará su parte superior, disponiendo sus paredes en declive, pero siempre por encima del tubo. Procediendo de esta forma, el ensanchamiento no representará un mayor peso de tierra sobre el tubo.

Una vez colocada la tubería, se efectuará el relleno inicial con material seleccionado o grava. El relleno cubrirá el tubo completamente. Se extenderá en capas arriñonándolo a mano hasta que el tubo quede encajado hasta su mitad. El resto, se puede efectuar en capas mayores, que serán compactadas

Tanto para el lecho como para el relleno inicial, no deberán emplearse tierras con vegetales o detritus orgánico. El resto del relleno, hasta llegar al nivel natural del terreno, se realizará también por tongadas, con materiales aceptables y evitando que caigan piedras demasiado grandes.

### **TUBERÍA DE PEAD**

Serán las que se recomiendan en la “Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión del Ministerio de Medio Ambiente y CEDEX” y en la UNE 53394:2006: “Código de instalación y manejo de tubos de polietileno para conducción de agua a presión. Técnicas Recomendadas”.

El relleno estará constituido por material seleccionado procedente de la propia excavación o préstamos de fácil compactación y exento de piedras con granulometría superior a 20 mm y de cantos vivos. Este relleno deberá realizarse por capas que, una vez compactadas, alcancen el grado de compactación definida en los planos (95 % P.M) y manteniendo siempre la misma altura a ambos lados de la tubería con objeto de evitar movimientos

En todo momento, la empresa adjudicataria dispondrá de los medios necesarios para mantener en seco la excavación y será responsable de los daños que pudieran producirse en caso de que no se cumpla esta prescripción. El relleno de la zanja con material seleccionado y hasta la generatriz de las tuberías y exceptuando la zona de juntas deberá realizarse dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes a la colocación de los tubos.

El Ingeniero Encargado podrá variar a su criterio dicho plazo, pero en cualquier caso no podrán quedar en el fondo de la zanja más de cien metros sin cubrir cuando la tubería es de diámetro menor o igual a seiscientos milímetros o cincuenta metros para diámetros mayores.

Ningún relleno de zanja podrá ser realizado sin la correspondiente autorización, en cualquier momento antes del instante de ejecución previsto.

La carencia de dicha autorización, significará, en cualquier caso, la no autorización del Ingeniero Director para realizar el relleno. La empresa adjudicataria podrá solicitar del Ingeniero las causas por las que la autorización no ha sido concedida y podrá ejercer las acciones legales que considere oportunas, pero no podrá realizar el relleno.

Antes del empleo de un determinado tipo de material, será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba, para fijar la composición y forma de actuación del equipo compactador y para determinar la humedad de compactación más conforme a aquéllas.

## **TUBERÍA DE FUNDICIÓN**

Se recomienda mantener, en lo posible, la verticalidad de las paredes de la zanja en la zona inferior ocupada por el tubo, por lo menos hasta la altura de la generatriz superior.

No es preciso excavar nichos en la zanja para la colocación de los tubos, bastando hacer pequeños rebajes en el fondo de la zanja coincidentes con las juntas, cuando la tubería se apoye directamente sobre dicho fondo en toda la longitud de los tubos.

Con carácter general, los sistemas de unión de los tubos de fundición serán del tipo enchufe-campana. Adicionalmente y siempre y cuando lo apruebe la Dirección de Obra, se podrán emplear los siguientes tipos:

- Unión flexible
  - Automática (sin acerrojar o acerrojada)
  - Mecánica (sin acerrojar o acerrojada)
- Unión rígida (embridada).

## **TUBERÍA DE ACERO HELICOIDAL**

Las conducciones a instalar en zanja, cumplirán lo indicado a continuación.

Preparación de bordes

La soldadura de empalme de tubos se suele hacer fuera de la zanja. Previamente se limpiarán los extremos del tubo y, si es necesario, se prepararán los bordes de la forma siguiente:

- Se empleará el sistema de oxicorte.
- Se mecanizará con muela abrasiva hasta dejar una superficie limpia y lisa, con el adecuado ángulo del chaflán y el talón correspondiente.
- Se limpiarán con cepillos de alambre tanto los elementos biselados y bordes del tubo, como 1 cm aproximadamente, tanto interior como exterior, de la boca del tubo.
- Es recomendable el calentamiento de las bocas antes de proceder a la soldadura.

Se deberá alinear cada tubo antes de soldarlo al precedente. Las soldaduras que unan secciones de conducción, válvulas, bridas, etc. son recomendables que se realicen en el interior de la zanja. El punteado, previa alineación, se hará encima del suelo, fuera de la zanja.

Para el ajuste de los tubos, antes del punteado, puedan emplearse clamps (acopladores) internos en tubos de diámetro igual o mayor a 300 mm. Cuando no se puedan utilizar clamps internos se emplearán exteriores.

Una vez enfrentados los tubos se realizará el punteado y/o soldadura en primera pasada. El tipo de electrodo utilizado será electrodo celulósico. Se respetarán las tolerancias recomendadas para la desalineación interior entre bocas permitida por longitud de soldadura.

Ejecución de la soldadura

El electrodo será también de tipo celulósico, debiendo estar caliente antes de su utilización (80-100° C).

La energía eléctrica para soldar se tomará de grupos electrógenos. Las juntas soldadas se limpiarán de suciedad, grasa, cascarilla y polvo.

A temperaturas inferiores a 10° C es recomendable un precalentamiento de bocas (50-100° C). No se debe retirar el clamp interno antes de terminar la primera pasada.

No se debe dejar para el día siguiente ninguna junta en la que no se hayan terminado la totalidad de los cordones.

Cada soldador marcará la sección de soldadura que le corresponde. Previamente y después del cepillado se hará una inspección visual. No se permiten concavidades en la soldadura (por debajo de la superficie del tubo) ni altura del cordón superior a 1,5 mm.

En los cambios de dirección en que sea necesario curvar el tubo, se realizará mediante dispositivos de prensa o mordaza hidráulica, instalando el tubo en un bastidor móvil. El curvado se hará en frío. De este modo se pueden conseguir curvados de hasta un radio mínimo de 40 veces el diámetro.

Introducción de la tubería en el interior de la zanja y relleno de la zanja

Antes de bajar el tubo a la zanja se comprobará el estado del revestimiento externo.

Posteriormente se recubrirán las soldaduras de empalme con cintas de revestimiento en frío, con el sistema siguiente:

- Limpieza de la soldadura y zona adyacente (aproximadamente 15 cm en cada boca).
- Aplicación de imprimación.
- Aplicación de cinta de protección anticorrosiva.
- Aplicación de cinta de protección mecánica.

Cuando se disponga de varios tramos de tubería terminados, se bajarán a la zanja para efectuar las soldaduras finales en el interior de la zanja, para ello se emplearán las máquinas proporcionadas a la longitud de los tramos, con eslingas para no dañar el recubrimiento. La tubería deberá estar limpia de objetos extraños.

Una vez situados los tramos en la zanja, se realizarán las soldaduras de unión entre ellos en su totalidad; para ello se harán pozos de soldador.

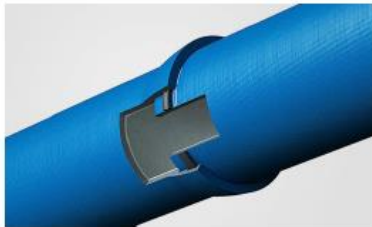
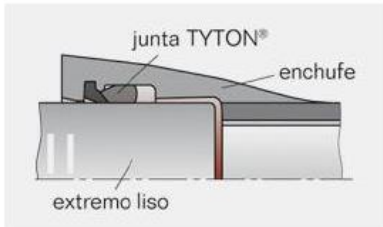
### **5.8.6 UNIONES DE TUBERÍAS**

Los elementos o piezas especiales más pequeñas y delicadas se almacenarán en algún lugar convenientemente protegido que permita su adecuada ordenación y clasificación. Las gomas y los elementos plásticos se protegerán de la luz.

#### **UNIONES DE ENCHUFE Y EXTREMO LISO**

El montaje de las juntas se realiza por simple introducción del extremo liso en el enchufe, aplicando una fuerza axial exterior. La operación es sencilla y rápida





Para el correcto montaje de las uniones el procedimiento a seguir será el siguiente:

- Antes de proceder a la unión de las tuberías y/o accesorios, debe limpiarse cuidadosamente la espiga y el interior de la campana con un trapo limpio, procurando que no queden restos en las superficies de sello (especialmente las ranuras de la espiga donde deben ser alojados los anillos elastoméricos).
- Comprobar la presencia del chaflán, así como el buen estado del extremo liso del tubo. En caso de corte, es imperativo realizar un nuevo chaflán
- Redistribuir la tensión en las juntas tóricas colocadas. Deslizándolas varias veces un destornillador o similar, alrededor del perímetro de la espiga.
- Aplicar un lubricante sobre la junta tórica y la superficie interior de la campana. El ensamblaje de la unión no es posible sin lubricante. Como alternativa al lubricante, puede emplearse jabón blando.
- Colocar las abrazaderas de montaje (provista de una banda interior de goma) a ambos lados de la unión.
- Comprobar que la espiga está situada frente a la campana y que ambas tuberías o accesorios están correctamente alineados.
- Fijar las cadenas del tráctel en las orejetas de las abrazaderas a ambos lados del tubo e introducir gradualmente la espiga dentro de la campana, accionando simultáneamente los dos trácteles procurando que la espiga se introduzca alineada.

**NOTAS**

- Durante el montaje de la unión se efectúa el encaje correcto del anillo, comprobándose que los paramentos verticales del enchufe y del extremo liso están separados lo suficiente, para poder absorber los movimientos de la unión.
- Se recomienda utilizar eslingas de nylon durante el montaje de cara a elevar el tubo y evitar el rozamiento con el suelo. Estas eslingas sirven también para guiar al tubo en este proceso de montaje.
- Los diámetros pequeños pueden instalarse sin trácteles, empleando como elemento de empuje la propia excavadora de la obra. En estos casos el extremo del tubo donde se aplique el empuje deberá protegerse con una viga de madera. En ningún caso, se deberá aplicar la fuerza directamente sobre el tubo.
- No se debe intentar unir dos tuberías con una deflexión angular, puesto que hay riesgo de que la junta se desplace de su alojamiento. Deben ensamblarse alineadas y luego dar la deflexión requerida.

**COLOCACIÓN DEL ANILLO DE JUNTA FUERA DE LA ZANJA**

- La colocación del anillo de junta se realiza fuera de la zanja.
- Comprobar el estado del anillo de junta e introducirlo en su alojamiento, dándole la forma de un corazón, con los "labios" de la junta dirigidos hacia el interior del enchufe.
- Para los grandes diámetros (DN 800 a 1 800) es preferible deformar en cruz el anillo de junta para instalarlo en su lugar.
- Ejercer un esfuerzo radial sobre el anillo al nivel de la curva del corazón (o de las curvas de la cruz) con el fin de aplicarlo a fondo en su alojamiento
- Control de la posición del anillo en la junta
- Comprobar que el anillo de junta está correctamente instalado en toda su periferia.

Si no hay ninguna marca en el extremo liso, trazar una señal en la caña del tubo a colocar, a una distancia del extremo de la espiga igual a la profundidad de enchufe P menos 10 mm.

**PROFUNDIDAD DE ENCHUFADO**

	DN	P	DN	P	DN	P	DN	P
	60	87	250	104	600	120	1200	165
	80	90	300	105	700	145	1400	245
	100	92	350	108	800	145	1500	265
	125	95	400	110	900	145	1600	265
	150	98	450	113	1000	155	1800	275
	200	104	500	115	1100	160		

**COLOCACIÓN (APARATOS)**

El enchufado de los tubos y uniones de junta automática necesita cierto número de equipos clásicos de obra: palanca, cinchas, aparejos o cuchara de pala hidráulica.

Enchufado de los tubos o de las uniones rectas de junta automática

Palanca: DN 60 a 125.

La palanca toma apoyo en el terreno. El canto del enchufe del tubo debe protegerse con una pieza de madera dura.

**MONTAJE CON LA CUCHARA DE UNA PALA HIDRÁULICA**

Es posible, tomando algunas precauciones, utilizar la fuerza del brazo y de la cuchara de una pala mecánica para enchufar los tubos y las uniones. En este caso:

- intercalar un madero entre el tubo y la pala,
- Ejercer un empuje lento y progresivo respetando el procedimiento de montaje de la junta.

**TRÁCTELES MECÁNICOS**

- DN 150 a 300: Tráctel de cable, eslinga y gancho con protección.
- DN 350 a 600: Tráctel de cable, eslinga y gancho con protección

- DN 700 a 1.200: 2 trácteles de cable, diametralmente opuestos, 2 eslingas y 2 ganchos con protección.
- DN 1.400 a 1.800: 3 trácteles de cable dispuestos a 120°, 3 eslingas, 6 argollas, 3 poleas de tracción y 3 ganchos con protección.

### **TRÁCTELES DE GATOS HIDRÁULICOS**

Esta solución se asemeja a la que utiliza los trácteles mecánicos (ver arriba); y permite un excelente reparto del esfuerzo de enchufado, así como una progresión perfectamente alineada del tubo a enchufar. Los trácteles se pilotan por un grupo hidráulico. El número y la disposición de los aparejos son idénticos al caso de los trácteles mecánicos.

### **ENCHUFADO DE UNIONES CON JUNTA AUTOMÁTICA**

Palanca: DN 80 a 125

Útil de colocación con palanca: DN 80 a 400. Este utillaje también puede utilizarse para el enchufado de los tubos.

### **TRÁCTELES MECÁNICOS**

- DN 500 a 1.200: 3 trácteles de cable dispuestos a 120°, 3 argollas y 6 eslingas.
- DN 1.400 a 1.800: 3 trácteles de cable dispuestos a 120°, 6 eslingas, 6 argollas y 3 poleas de tracción.

### **TRÁCTELES DE GATOS HIDRÁULICOS**

### **MISMA ADAPTACIÓN QUE PARA LOS TRÁCTELES MECÁNICOS.**

### **MONTAJE DE LA JUNTA EXPRESS**

El montaje se realiza por introducción del extremo liso dentro del enchufe EXPRES y, a continuación, por la compresión de un anillo de junta mediante una contrabrida y pernos. El montaje de esta junta es sencillo, rápido y no requiere ninguna fuerza para el enchufado.

Colocación de la junta y la contrabrida, y enchufado

Introducir la contrabrida en el extremo liso del tubo, luego el anillo de junta con la parte frontal mirando hacia la contrabrida.

Introducir el extremo liso a fondo en el enchufe, comprobando la alineación de las piezas a unir y sacar 1 cm aproximadamente

### **MONTAJE DE LA CONTRABRIDA**

Deslizar el anillo de junta sobre la caña, introducirlo en su alojamiento y poner la contrabrida en contacto con el anillo de junta. Colocar los pernos y apretar las tuercas con la mano hasta el contacto con la contrabrida.

Apriete de los pernos

Comprobar la posición de la contrabrida y apretar por pasadas sucesivas y en el orden de los números del esquema adjunto.

El par de apriete:

- pernos de 22 = 12 m.daN (aprox. 12 m.kgf),
- pernos de 27 = 30 m.daN (aprox. 30 m.kgf).

Una vez realizadas las pruebas hidráulicas, es imperativo comprobar el apriete de los pernos y, de ser necesario, apretarlos nuevamente. Para grandes diámetros, empezar el apriete de los pernos cuando el tubo o la unión a montar están todavía colgados del gancho del aparato de izado. De esta manera, la espiga estará perfectamente centrada en el enchufe y el anillo de junta se colocará correctamente en su alojamiento.

### **CORTE DE LOS TUBOS**

Por lo general, el respeto del trazado de una canalización obliga a utilizar uniones y a realizar cortes en obra.

Los tubos de fundición dúctil se cortan sin dificultad.

### **APARATOS A UTILIZAR EN LA OBRA**

Tronzador de disco o esmeriladora (radial) Disco de piedra. También es posible utilizar un corta-tubos de moletas.

Para los grandes diámetros (DN 800 a 1800), se puede utilizar una sierra neumática para tronzar. Con una adaptación, la sierra puede realizar al mismo tiempo el corte y el chaflán.

### **PROCEDIMIENTO. TRAZADO DEL CORTE**

Antes de proceder al corte del tubo, es necesario medir con el circómetro o con el compás de espesores el diámetro exterior a la altura del corte, para comprobar la compatibilidad con las dimensiones del enchufe o de la contrabrida previstos. Una forma fácil de verificación es la introducción de la contrabrida hasta el lugar donde se quiera ejecutar el corte. Trazar el plano de corte perpendicularmente al tubo.

### **CORTE**

Realizar el corte con las herramientas adaptadas.

### **DESBARBADO O CHAFLÁN**

Una vez hecho el corte y antes de realizar el empalme, es necesario:

- para las juntas mecánicas desbarbar las aristas de corte con una lima o una esmeriladora,
- Para las juntas automáticas: Desbardar y rehacer el chaflán para evitar que se dañe el anillo de junta al montar la junta. Conviene respetar las siguientes dimensiones de chaflán:

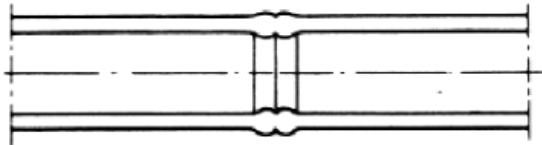
DN	DE	m	n	DN	DE	m	n
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
250	274	9	3	1100	1151	15	5
300	326	9	3	1200	1255	15	5
350	378	9	3	1400	1462	20	7
400	429	9	3	1500	1565	20	7
450	480	9	3	1600	1668	20	7
				1800	1875	23	8

**REPARACIÓN DEL REVESTIMIENTO**

Rehacer el revestimiento protector en la parte del tubo afectada por las operaciones de corte.

**SOLDADURA A TOPE**

Las uniones utilizadas en las tuberías de polietileno son las soldadas sin aporte de material en soldadura a tope.



Las tuberías y accesorios de P.E. se unen actualmente por soldadura a tope con elementos calefactores, por soldadura con resistencias eléctricas insertas y por soldadura de manguitos con elementos calefactores. La norma general consiste en unir mediante calor y presión las superficies fundidas de los elementos a soldar sin material de aportación.

En la soldadura a tope con elementos calefactores externos, las superficies a unir se calientan con un elemento calefactor a la temperatura establecida para las soldaduras, juntándose a presión una vez plastificado el material de los dos extremos, que se encuentran a una temperatura de  $210 \pm 10^{\circ}\text{C}$ .

El procedimiento en la soldadura de manguitos con elementos calefactores estriba en unir tuberías mediante manguitos inyectados, solapando sus extremos. Tras haber rectificado los extremos de las tuberías, se procede a calentarlos junto con el manguito a la temperatura de soldadura con un elemento calefactor apropiado, procediéndose a juntarlos después de haber retirado este último. Durante el proceso, los elementos a unir, que se encuentran sujetos a un dispositivo, se introducen rápidamente en la herramienta macho y hembra acoplada al elemento calefactor, que se encuentra a una temperatura de  $260 \pm 10^{\circ}\text{C}$ . Este procedimiento permite uniones entre tuberías de diferentes diámetros.

**5.8.7 ANCLAJES DE PIEZAS ESPECIALES Y VÁLVULAS**

**MONTAJE DE LOS APARATOS DE VALVULERÍA**

El montaje de todos los elementos de valvulería (válvulas, ventosas, válvulas de retención, contadores, bombas, etc.) se realizarán mediante bridas de tal manera que sea posible en todo momento la retirada de cualquiera de estos aparatos.

La instalación de las válvulas se hará según los Planos de detalle facilitando por el suministrador de las mismas, en cuanto no contradigan lo especificado en el presente Proyecto.

Su montaje se hará de forma que pueda llenar satisfactoriamente los servicios a que se destinen y funcionarán correctamente y con toda facilidad.

Las llaves y válvulas, cerradas, producen un empuje análogo al de los terminales de la tubería, por lo que requieren ser ancladas.

Estas piezas, salvo especificación en contra de la Dirección de Obra, quedarán instaladas de modo que sean solidarias con su anclaje, permitiendo su fácil desmontaje.

El Ingeniero Director de las Obras ordenará la realización de las pruebas que crea necesarias para asegurar la perfecta estanqueidad y buen funcionamiento de cada válvula

**BLOQUES DE ANCLAJE**

Una vez montados los tubos y las piezas especiales hay que proceder a la sujeción y apoyo mediante macizos de anclaje, de los codos, cambios de dirección, reducciones, piezas de derivación, válvulas, desagües y, en general, todos aquellos elementos sometidos a esfuerzos que no deba soportar la propia tubería. Asimismo, deben disponerse macizos de anclaje cuando las pendientes sean excesivamente fuertes, puedan producirse movimientos de la tubería o exista riesgo de flotabilidad de la misma.

Estos macizos de anclaje son, en general, de hormigón, pudiendo disponerse también elementos metálicos para el anclaje de la tubería, los cuales habrían de ir protegidos contra la corrosión. En cualquier caso, no deben emplearse cuñas de piedra o de madera que puedan desplazarse. Los macizos deben disponerse de tal forma que las uniones queden al descubierto, debiendo haber obtenido la resistencia de proyecto antes de realizar las pruebas de la tubería instalada.

**EJECUCIÓN DE LOS ANCLAJES**

Los cambios de alineación y rasante de los tubos o piezas especiales que están sometidos a acciones que puedan originar movimientos perjudiciales, se anclarán de acuerdo con las disposiciones definidas en el Proyecto.

Se recomienda no absorber estas acciones mediante el empuje pasivo del terreno, a no ser que se tengan garantías suficientes de su actuación.

Los anclajes serán de hormigones armados o metálicos.

Los apoyos, salvo prescripción expresa en contrario, deberán ser colocados de forma tal que las juntas de los tubos y piezas especiales sean accesibles para su montaje.

Las barras de acero o abrazaderas metálicas que se utilicen para anclaje de la tubería, deberán ser sometidas a tratamiento contra la oxidación, por ejemplo, pintándolas adecuadamente o embebiéndolas en hormigón.

Para estas sujeciones a anclajes se prohíbe terminantemente el empleo de cuñas que pueden desplazarse.

Cuando las pendientes sean excesivamente fuertes, o puedan producirse deslizamientos, se efectuarán los anclajes precisos de las tuberías mediante hormigón armado, abrazaderas metálicas o bloques de hormigón suficientemente cimentados en terreno firme

### 5.8.8 PRUEBA DE LA TUBERÍA INSTALADA

Todas las pruebas a presión llevadas a cabo en las tuberías se realizarán de acuerdo con lo establecido en la Norma UNE 508:2010: Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.

Las verificaciones y pruebas en seco serán, al menos, las siguientes:

- Verificación dimensional de las piezas empotradas y en los equipos móviles.
- Verificación dimensional de holguras entre las partes empotradas y los equipos en ellas instalados.
- Comprobación del buen funcionamiento de cada una de las válvulas en sus movimientos de cierre y apertura.
- Comprobación del correcto funcionamiento de los finales de carrera e indicadores de posición.
- Medición de las velocidades de apertura y cierre de los equipos, así como los medios de maniobra.
- Comprobación de presiones en los circuitos hidráulicos durante las maniobras de apertura y cierre.
- Verificación de las revoluciones de los motores, potencia absorbida, calentamiento, etc.

Las pruebas con carga de agua deberán comprender, como mínimo, lo siguiente:

- Comprobación del correcto funcionamiento de cada uno de los equipos en sus movimientos de apertura y cierre.
- Comprobación del correcto funcionamiento de los finales de carrera indicadores de posición.

### **PRUEBAS DE LAS TUBERÍAS EN ZANJA**

Serán sometidos a presión interna los tramos de tubería ya instalados, comprendidos entre válvulas consecutivas.

### **OPERACIONES PRELIMINARES**

Los tramos de prueba deben ser seleccionados de tal forma que:

- La presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo de cada tramo de prueba;
- Pueda aplicarse una presión al menos igual a la presión máxima de diseño (MDP) en el punto más alto de cada uno de ellos, salvo especificación diferente de la Dirección de Obra;

- Pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad, la cantidad de agua necesaria para la prueba,

Todo escombros y cuerpo extraño debe de ser retirado de la conducción antes de la prueba. El tramo de prueba debe de llenarse con agua. Para conducciones de agua potable debe utilizarse agua potable en la prueba de presión, salvo especificación contraria de la Dirección de Obra.

La conducción debe purgarse completamente del aire contenido tanto como sea razonablemente posible. El llenado debe de realizarse lentamente, si es posible a partir del punto más bajo de la conducción; con objeto de evitar los retornos de agua y se evacue el aire a través de los dispositivos de purga convenientemente dimensionados.

### **PRESIÓN DE PRUEBA**

Para todas las conducciones, la presión de prueba de la red (STP) debe calcularse a partir de la presión máxima de diseño (MPD) del modo siguiente:

- golpe de ariete calculado:

$$STP = MEPC + 100 \text{ kPa}$$

- golpe de ariete no calculado

$$STP = MPDa \times 1,5$$

- ó el menor de los dos valores

$$STP = MDPa + 500 \text{ kPa}$$

El margen fijado para el golpe de ariete incluido en MDPa no debe ser inferior a 200 kPa. El cálculo del golpe de ariete debe de efectuarse por métodos apropiados y utilizando ecuaciones generales aplicables, de acuerdo con las condiciones fijadas por la Dirección de Obra y basadas en las condiciones de explotación más desfavorables.

En circunstancias normales, el equipo de prueba debe de estar situado en el punto más bajo del tramo de prueba.

Si no es posible instalar el equipo de prueba en el punto más bajo del tramo de prueba, la presión de la prueba de presión debe de ser la presión de prueba de la red calculada para el punto más bajo del tramo considerado, minorado con la diferencia de cota.

En casos especiales, particularmente allí donde se instalen tramos cortos de conducción y para acometidas de DN≤80 y tramos que no excedan de 100 m a menos que la Dirección de Obra decida lo contrario, será necesario aplicar sólo la presión de funcionamiento del tramo como presión de prueba de la red.

### **PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

Para todos tipos de tuberías y materiales, pueden utilizarse diversos tipos de pruebas reconocidos.

El procedimiento de prueba debe especificarse por la Dirección de Obra y puede llevarse a cabo en tres fases.

- C.1- prueba preliminar
- C.2- prueba de purga
- C.3- prueba principal de presión

Las fases necesarias deben de ser fijadas por la Dirección de Obra.

C.1- Prueba preliminar. La prueba preliminar tiene por objeto:

Estabilizar la parte de la conducción a ensayar permitiendo la mayor parte de los movimientos dependientes del tiempo; conseguir la saturación de agua apropiada en aquellos materiales absorbentes de agua; permitir el incremento de volumen dependiente de la presión, en tuberías flexibles, con anterioridad a la prueba principal.

La conducción debe de dividirse en tramos de prueba practicables, completamente llenos de agua y purgados, y la presión debe de incrementarse hasta al menos la presión de funcionamiento sin exceder la presión de la prueba de la red (STP).

Si se producen cambios de posición inaceptables de cualquier parte de la tubería, y/o aparecen fugas, la tubería debe despresurizarse y los fallos deben corregirse.

La duración de la prueba preliminar depende de los materiales de la tubería y debe especificarla la Dirección de Obra considerando las normas de producto aplicables.

C.2- Prueba de purga. La prueba de purga permite la estimación del volumen de aire remanente en la conducción.

El aire en el tramo de tubería a ensayar produce datos erróneos que podrían indicar fuga aparente o podrían, en algunos casos, ocultar pequeñas fugas. La presencia de aire reducirá la precisión de la prueba de pérdida de presión y la prueba de pérdida de agua.

La Dirección de Obra deberá especificar si la prueba de purga debe de llevarse a cabo.

C.3- Prueba principal de presión: La prueba principal de presión no debe de comenzar hasta que hayan sido completadas satisfactoriamente la prueba preliminar, si es requerida, y la prueba de purga especificada.

Se debe de tener en cuenta la incidencia de grandes variaciones de temperatura.

Se admiten dos métodos de prueba básicos:

- el método de prueba de pérdida de agua;
- el método de prueba de caída o pérdida de presión.

La Dirección de Obra debe especificar el método a utilizar. Para tuberías con comportamiento viscoelástico, la Dirección de Obra puede especificar un procedimiento de prueba alternativo en A.27 de la norma.

## **1.- MÉTODO DE PRUEBA DE PÉRDIDA DE AGUA**

Pueden utilizarse dos métodos equivalentes para la medida de la pérdida de agua, por ejemplo, medida del volumen evacuado o medida del volumen bombeado (inyectado), según se describe en los siguientes procedimientos.

### **MEDIDA DEL VOLUMEN EVACUADO**

Incrementar la presión regularmente hasta que se alcance la presión de prueba de la red (STP). Mantener STP mediante bombeo, si es necesario, durante un periodo no inferior a una hora.

Desconectar la bomba y no permitir que entre más agua en la conducción durante un período de prueba de una hora o durante un intervalo de tiempo más largo, si así lo especifica la Dirección de Obra.

Al final de este período, medir la presión reducida y proceder a recuperar STP bombeando. Medir la pérdida, evacuando agua hasta que la anterior presión reducida se alcance nuevamente.

### **MEDIDA DEL VOLUMEN BOMBEADO (INYECTADO)**

Aumentar la presión regularmente hasta el valor de la presión de prueba de la red (STP).

Mantener la presión de prueba regularmente hasta el valor de la presión de prueba de la red (STP).

Mantener la presión de prueba de la red STP como mínimo durante una hora, o más, si la Dirección de Obra lo especifica.

Utilizando un dispositivo apropiado, medir y anotar la cantidad de agua que es necesario inyectar para mantener la presión de prueba de la red.

La Dirección de Obra debe de especificar el método a utilizar.

La pérdida de agua aceptable, al finalizar la primera hora de la prueba, no debe de exceder el valor calculado utilizando la siguiente fórmula.

$$\Delta V_{\max} = 1,2 \times V \times \Delta p \times \left[ \frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \times E} \right]$$

$\Delta V_{\max}$  pérdida admisible, en litros.

V volumen del tramo de tubería en prueba en litros;

$\Delta p$  caída de presión admisible según define 11.3.3.4.3, en kilopascales;

$E_w$  módulo de elasticidad del agua, en kilopascales;

D diámetro interior del tubo, en metros.

e espesor de la pared del tubo, en metros;

E módulo de elasticidad transversal de la pared del tubo, en kilopascales; 1,2 factor de corrección (por ejemplo, para el aire residual) durante la prueba principal de presión.

## **2.- MÉTODO DE PRUEBA DE PÉRDIDA O CAÍDA DE PRESIÓN**

Aumentar la presión regularmente hasta alcanzar el valor de la presión de prueba de la red (STP).

La duración de la prueba de caída de presión debe de ser de 1 hora o de mayor duración si así lo especifica la Dirección de Obra. Durante la prueba, la caída de presión  $\Delta p$  debe presentar una tendencia regresiva y al finalizar la primera hora no debe exceder los siguientes valores:

- 20 kPa para tubos tales como tubos de fundición dúctil con o sin revestimiento interior de mortero de cemento, tubos de acero con o sin revestimiento interior y de mortero de cemento, tubos de hormigón con camisa de chapa acero y tubos de materiales plásticos.
- 40 kPa para tubos tales como tubos de fibrocemento y los tubos de hormigón sin camisa de acero. Para tubos de fibrocemento, cuando la Dirección de Obra conozca la existencia de condiciones de absorción excesivas, la caída de presión puede aumentarse de 40 kPa a 60 kPa.

Como alternativa, para tubos con comportamiento viscoelástico (tales como tubos de polietileno) cuya estanqueidad no puede comprobarse en tiempo suficiente durante esta prueba, se efectúa la verificación utilizando un método particular (véase A.25 de la norma UNE EN 805:2000). En ese caso, para verificar únicamente la integridad estructural del producto, la presión de prueba del sistema STP debe restablecerse a intervalos de tiempo regulares durante el tiempo de prueba especificado, y la evolución de la caída de presión correspondiente debe presentar una tendencia regresiva.

## **EXAMEN DE RESULTADOS DE LA PRUEBA**

Si la pérdida de estanqueidad sobrepasa lo especificado o si se encuentran defectos, la red debe examinarse y rectificarse donde sea necesario. La prueba debe repetirse hasta que su resultado sea conforme a las especificaciones.

Prueba general de la red. Cuando la conducción haya sido dividida en dos o más tramos de prueba y todos ellos hayan pasado con éxito la prueba de presión, el conjunto de la red deberá someterse, si así lo especifica la Dirección de Obra, a la presión de funcionamiento de la red (OP) durante al menos dos horas. Los componentes adicionales (no ensayados) incluidos después de la prueba de presión en secciones adyacentes deben ser inspeccionados visualmente para detectar fugas y cambios de alineamiento y nivel.

## **ANOTACIÓN DE RESULTADOS DE LA PRUEBA**

Debe realizarse y archivar un informe completo con los detalles de las pruebas.

## **MATERIAL RECHAZADO**

El material que no reúna las condiciones de garantía exigidas, o no se ajuste a estas Normas, puede ser rechazado. En este caso, la responsabilidad del suministrador o empresa adjudicataria, se limitará a la reposición de material defectuoso sin cargas para el Promotor.

El material rechazado no obstante deberá ser repuesto en el plazo de diez (10) días naturales contados a partir de la fecha en que se comunique en firme tal obligación. Si el material no es repuesto en este plazo y se tratase de material en período de garantía, el suministrador o Contratista será responsable de los daños que se puedan producir por la demora.

## **5.9 HINCA DE TUBERÍAS**

### **5.9.1 CAMPO DE APLICACIÓN**

Los equipos de hinca son adecuados para resolver los problemas de ejecución de los siguientes tipos de obra:

En zonas urbanas, donde existen dificultades para la apertura de zanjas. El equipo hinca garantiza un ritmo de ejecución que no proporcionan los métodos tradicionales, haciéndolo compatible con la seguridad del personal, las edificaciones y los servicios próximos a la traza.

Para cruzar vías de comunicación, carreteras o ferrocarriles, eliminando los costosos desvíos de tráfico, limitaciones de velocidad y reduciendo considerablemente el plazo de ejecución.

En obras subterráneas, con problemas derivados del terreno por el que discurre la traza: zonas con nivel freático muy superior a la rasante, suelos inestables, con elevadas presiones, etc...

Como principales limitaciones de los equipos de hinca, hay que destacar los siguientes:

- Condicionamiento del terreno: en terrenos rocosos que precisen la voladura del mismo para lograr el avance y en terrenos de poca cohesión que no se permita asegurar el frente contra hundimientos y no se pueda asegurar el guiado, de modo que todo el recorrido del tubo puede variar de posición durante el avance.
- En obras cuya traza exige adaptarse a radios muy reducidos. Aunque teóricamente pueden tomarse radios muy amplios, lo adecuado es sustituir la curva por una poligonal, situando los pozos de empuje en los vértices de la misma.
- Por último, las limitaciones geométricas del tubo prefabricado. La cota superior del tubo viene dispuesta por las necesidades de fabricación y transporte. Es normal la aplicación del sistema hasta 3,50 m. de diámetro interior. La cota inferior, está condicionada a la necesidad de desenvolverse dentro del tubo para la excavación y evacuación de los productos.

### **5.9.2 GENERALIDADES**

El replanteo general de la hinca consistirá en la señalización de las alineaciones marcando éstas y las bocas (pozos de ataque y de salida) mediante hitos de hormigón o estacas de madera situados fuera de las zonas de excavación y con indicaciones precisas de altimetría.

El resto del replanteo se considerará de detalle. Los perfiles tipo de excavación serán los definidos en los Planos correspondientes del Proyecto.



En el transcurso de los trabajos la Dirección de Obra, podrá, si lo exige la naturaleza del terreno a atravesar, ordenar la ejecución de perfiles tipo distintos de los definidos en los Planos del Proyecto.

El Contratista deberá presentar a la Dirección de Obra, para su aprobación, un programa de trabajo pormenorizado, indicando el método y equipo de perforación, rendimientos previstos, etc.

El Contratista podrá organizar el trabajo de excavación en la forma que considere más conveniente, de acuerdo con su propia experiencia y con la técnica aplicable a trabajos de este tipo, debiendo tener en cuenta las normas y prescripciones sobre seguridad, siendo el único responsable de las consecuencias que puedan derivarse de la ignorancia de tales normas y prescripciones o de no haber adoptado en cualquier caso las precauciones debidas.

Los tipos de hinca previstos en este proyecto son:

- Hinca de tubería de hormigón.
- Hinca de tubería metálica por percusión.

### 5.9.3 HINCA DE TUBERÍA DE HORMIGÓN

#### **PROCESO OPERATIVO**

Requiere el uso de maquinaria especializada (tuneladoras, estaciones de empuje, estación de bombeo de bentonita, etc.) y de tubos especialmente diseñados para esta aplicación que puedan resistir las tensiones de empuje y cuyas uniones no son dañadas durante la puesta en obra. Con esta finalidad los tubos son equipados con unas piezas protectoras denominadas virolas, que garantizan la perfecta estanqueidad de la conducción.

El hincado de tuberías de hormigón armado con microtuneladoras es el sistema más empleado y consta de las siguientes partes principales:

- Pozo de ataque: debe tener espacio suficiente para alojar los componentes de la hinca y proteger la zona de trabajo. Su pared posterior ha de ser capaz de resistir los empujes previstos para colocar la tubería.
- Cabeza perforadora o microtuneladora: formada básicamente por el cabezal de ataque donde van colocados los grupos eléctricos, oleo hidráulicos y compresor, así como los depósitos de aire y combustible y las distintas coronas de corte dependiendo de los terrenos a perforar. En esta sección suelen incluirse los cuadros eléctricos y automatismos, además del pupitre de control y la cabeza de guiado, por lo que el operario-maquinista dispone de total información durante el trabajo. El pupitre de mando ofrece la situación exacta de los gatos hidráulicos para el direccionamiento de la cabeza, pudiendo corregir las posibles desviaciones de trayectoria. Estos equipos suelen ir dotados de un sistema de guiado por láser para conocer en cada momento la posición real. Colocado delante del primer tubo, tiene por objeto la entibación y sostenimiento del frente de excavación, así como el recorte de la sección de excavación. Dispone de una serie de cilindros hidráulicos de pequeñas dimensiones y pequeño recorrido que permiten la orientación del escudo respecto a la tubería para poder corregir las desviaciones de la tubería.

- Elemento de empuje: formado por un sistema de cilindros hidráulicos en número adecuado al diámetro de los tubos que, a través de una corona para repartir esfuerzos, empuja sobre los tubos para introducirlos en la perforación. Los cilindros hidráulicos se fijan por un extremo a la placa de apoyo sobre el muro de reacción y por el otro al anillo de empuje. El esfuerzo de los cilindros hidráulicos se transmite al muro de reacción del pozo a través de la placa de apoyo y al tubo mediante el acoplamiento de éste al aro de empuje. Éste, efectúa el movimiento de avance y retroceso sobre el bastidor colocado sobre la solera del pozo.
- Estaciones intermedias: cuando la tubería hincada es de gran longitud se hace necesario la utilización de estaciones intermedias de empuje. Constan de un sistema de cilindros hidráulicos de carrera corta, cuyo empuje actúa alternándose con el de la estación principal. La longitud de una perforación viene condicionada por la máxima presión que pueden desarrollar los cilindros y, por otra parte, por la resistencia que ofrece la compresión longitudinal de la tubería. Están formadas por una carcasa envolvente y anillo de presión y trabajan según un movimiento de acordeón mediante la retracción o extensión de sus cilindros hidráulicos destinados a tal fin al presionar sobre el tramo anterior o absorber el avance del tramo posterior respectivamente. El número de estaciones intermedias depende de la longitud de obra a realizar, las características del terreno y las dimensiones del tubo, así como de las características del equipo de empuje dispuesto por el contratista.
- Equipo de guiado: para la realización de hincas con resultado satisfactorio es imprescindible un sistema de guiado que nos asegure el posicionamiento en todo momento de la tubería. Desde este punto de vista podemos distinguir dos tipos de trabajo:
  - Hincas de longitud reducida (hasta 350 - 400 metros) y rectos
  - Hincas de longitud superior a 350 – 400 metros o con trazado curvo.

Para el primer caso es suficiente disponer de un emisor de rayo láser de suficiente potencia. En el segundo caso se tiene que contar con empresas especializadas en este tipo de trabajos, bien sea con métodos giroscópicos o sistemas de topografía específicos para obras de hinca de tubería.

- Sistema de inyección de bentonita: para reducir el coeficiente de rozamiento, entre el tubo de hinca y el terreno circundante se procede a realizar inyecciones de bentonita. Con esta medida reducimos el coeficiente de rozamiento de la tubería, así como los esfuerzos de empuje sobre la propia tubería. Dichos parámetros (empuje máximo soportado) están definidos por el fabricante de la tubería de hinca. Normalmente, la tubería de hinca se fabrica con inyectores dispuestos cada 120º, por los cuales se inyecta una mezcla de cemento con bentonita a presión baja para su buena distribución alrededor del tubo.
- Los tubos de hormigón armado para hinca, por los esfuerzos que deben soportar y por la complejidad del hincado (ya que requiere un perfecto paralelismo entre sus caras), deben ser diseñados y fabricados siguiendo los más estrictos controles de calidad.

El ataque del terreno se realiza mediante una rueda fresadora. Tanto el par de rotación, como la velocidad de giro, pueden ser regulados sin escalonamiento. El sostenimiento del frente de excavación se realiza mediante la presión del propio escudo contra el terreno. El ataque frontal sobre el terreno puede producir un movimiento de rotación de la tubería ya que el empuje es proporcionado por los gatos al inicio de la columna de hormigón. Este movimiento debe ser



contrarrestado cambiando el sentido de rotación de la cabeza de corte, manteniendo estable la posición del escudo.

Las estaciones intermedias son unidades de empuje auxiliares intercaladas entre los tubos de hormigón, permitiendo transmitir de forma escalonada las presiones desde la estación principal de empuje, emplazada en el pozo de partida, hasta el frente de excavación.

Simultáneamente a la operación de excavación realizada por la cabeza de corte y a la operación de empuje realizada por el bastidor de empuje y las estaciones intermedias, se va realizando el revestimiento definitivo del túnel mediante tuberías de hormigón armado que se van introduciendo al inicio del túnel y se van empujando simultáneamente al avance de excavación realizado.

Las estaciones intermedias constan de dos piezas, en la primera de ellas va embebido en el hormigón el escudo que permite el movimiento de la misma, y el segundo elemento es un tubo rebajado similar al del anterior caso. En el caso de hincas con un nivel freático superior a la rasante de la tubería se podrá incorporar a la estación intermedia de una junta activa, que permitirá la compresión de la junta de estanqueidad de la estación intermedia si durante la ejecución de los trabajos perdiese su capacidad de impermeabilización.

El material excavado en el frente se extrae hidráulicamente, mediante la inyección, ya sea de agua o bentonita que actúa como transportador del detritus de la excavación. Esta mezcla se realiza en la cámara posterior de la cabeza de corte, desde donde se extrae mediante bombas a la tubería de impulsión que recorre toda la línea hasta el pozo. En el pozo y por medio de otra bomba se traslada al separador, donde el material es extraído para su transporte, y el líquido transportador es recirculado a la tubería de impulsión para un nuevo uso.

Para facilitar el empuje, los tubos vienen preparados con unos inyectores que facilitan la lubricación con bentonita del espacio anular que existe entre la excavación y el trasdós de los tubos. A su vez, la columna de hormigón se utiliza como soporte de las diferentes líneas necesarias para la ejecución de la hinka: línea de entrada de aguas, de salida de mezcla de detritus de excavación y agua, de aire a presión, eléctricas, de ventilación, de lubricación con bentonita y de comunicación TV.

El tubo de hormigón armado permite este tipo de puesta en obra gracias a sus elevadas características resistentes, ya que los requerimientos estructurales del método de instalación son muy altos. Los elementos de la conducción se ven sometidos a grandes tensiones por lo que deben emplearse tubos de alta calidad y fiabilidad, especialmente diseñados para esta aplicación.

Una vez finalizado el empuje de los tubos, se pondrá en conocimiento de la Dirección de Obra.

En su caso, antes de proceder al sellado interior de las juntas entre tubos se tendrá que proceder al deslizamiento de las sufrideras con una profundidad mínima de 30 mm.

Entre el final del empuje y el sellado de juntas tendrá que pasar un mínimo de tres días.

Así mismo, cuando esté indicado se tendrá que proceder al sellado de los registros de cada tubo, previstos para las inyecciones entre tubo y terreno natural circundante.

Si en el punto de salida del hincado se detectara alteración del terreno circundante, el Contratista tendrá que proceder, de forma inmediata, a la estabilización de la zona afectada, poniendo en

conocimiento de la Dirección de Obra la solución adoptada, reservándose ésta la determinación de actuaciones posteriores si así lo estimara.

También se procederá a la recuperación de la cabeza de corte y a la retirada de todos los equipos empleados para la ejecución de la hinka emplazados en el pozo de ataque.

Durante la instalación de tubos de hormigón armado hincados con empujador existen dos tipos de carga aplicadas sobre el tubo: la carga de tierra debida al relleno, con la posibilidad de alguna sobrecarga debida al asentamiento del terreno de alrededor, y la compresión longitudinal provocada por las presiones aplicadas con el empujador al instalar el tubo.

El cálculo de la carga de relleno, aplicando la teoría de Marston, depende del peso del prisma de tierras sobre la perforación, de las fuerzas de rozamiento entre el prisma de tierra situado sobre la perforación y los prismas adyacentes y de la cohesión del terreno.

La fuerza del empuje se compone de la fuerza en el frente de avance y la fuerza del rozamiento envolvente. Para el cálculo en el frente de avance se tiene en cuenta la tensión de corte del terreno, cuyo valor oscila entre 300 y 600 kN/m<sup>2</sup>. En el cálculo del rozamiento envolvente se considera que el terreno se aplica omnidireccionalmente al tubo, siendo este criterio el más desfavorable. Para reducir el rozamiento se puede considerar el uso de productos lubricantes, como la bentonita, que reducen el rozamiento por debajo de 10kN/m<sup>2</sup>, siendo el coeficiente de fricción tubo-relleno más restrictivo,  $m = 20 \text{ kN/m}^2$

### **EQUIPOS NECESARIOS**

Los equipos de hinka de escudo ciego suelen estar constituidos por:

- Cabeza de corte
- Estaciones intermedias
- Columna de hormigón y sistemas de extracción e inyección
- Bastidor de empuje
- Sistema de guiado
- Cabina de control y elementos auxiliares
- Generador eléctrico o suministro de energía eléctrica
- Grúa

Dependiendo de la longitud de hinka, la cabeza de corte suele estar especialmente diseñada para que, dependiendo del desgaste, fuese posible el acceso al frente para proceder al cambio de los discos de corte (mediante un sistema de presurización y esclusas en el caso de tratarse de emisarios submarinos o terrenos con nivel freático alto). Dentro del escudo se encuentran todos los sistemas de corte: machaqueo, barrido, motor hidráulico de corona, gatos hidráulicos de orientación, sistemas de presurización (en el caso de ser necesarios) y receptor láser de orientación

### **TUBERÍAS**

La tubería para este tipo de hincas será generalmente de hormigón armado

Si se inyecta bentonita a presión entre la tubería y el terreno a fin de lubricar la superficie de contacto y facilitar las operaciones de hinka, una vez finalizadas dichas operaciones se inyectará

mortero de cemento para desplazar la bentonita del espacio comprendido entre aquellos. Estas operaciones se consideran incluidas dentro del precio de metro lineal de perforación. La presión, volumen y composición de los materiales a inyectar deberán ser limitados con objeto de evitar posibles daños o desplazamientos de la tubería.

Si la tubería tiene que ser instalada bajo el nivel freático deberá rebajarse éste previamente.

Las tuberías deterioradas no serán aceptadas. Cuando se produzcan desperfectos en alguna tubería durante las operaciones de hinca, deberá ser retirada para lo cual se continuarán las operaciones de hinca hasta que la tubería dañada pueda ser extraída. Si el deterioro de la tubería es pequeño, a juicio de la Dirección de Obra, podrá ser reparada con la autorización previa de ésta.

En el caso de que no sea posible proceder a la extracción de la tubería dañada, la Dirección de Obra podrá aceptar la reparación o reconstrucción total del tramo, para lo cual el Contratista deberá presentar cálculos justificativos de la obra a realizar, suscritos por un técnico especialista. En dichos cálculos se justificará que la tubería reparada o reconstruida "in situ" tendrá una resistencia y vida útil igual o superior a la tubería especificada. La aceptación de cada reparación o reconstrucción dependerá de la remisión al Director de Obra del correspondiente informe, suscrito por el Técnico especialista del Contratista, en el cual se especificará que las obras fueron realizadas bajo su directa supervisión y que la obra entregada es de una calidad igual o mayor que la tubería proyectada.

En el caso de que se construya "in situ" algún tramo de la tubería, se deberá inyectar posteriormente con mortero de cemento el espacio comprendido entre la pared de hormigón y el terreno.

El ajuste a la alineación y/o rasante teórica de la tubería deberá ser gradual y, en ningún caso, se superará en una junta el ángulo de giro fijado por el fabricante.

A efectos de tolerancia se distinguen los dos casos siguientes:

a) La tubería instalada con empujador es la propia conducción definitiva.

- Rasante: + 30 mm
- Alineación horizontal: + 40 mm

En ningún caso la admisión de estas tolerancias será causa para que la conducción quede con rasante horizontal o contraria a la prevista y por tanto pueda acumularse de aire.

b) La tubería instalada con empujador es de sostenimiento.

- Rasante: + 50 mm
- Alineación horizontal: + 75 mm

La tubería de la conducción instalada en su interior tendrá la misma tolerancia que la prevista para el resto de la conducción.

## 5.9.4 HINCA DE TUBERÍA METÁLICA POR PERCUSIÓN

### PROCESO OPERATIVO

La ejecución de estos tramos mediante un torpedo hincador , extracción de tierras mediante barrena helicoidal y colocación de camisa de chapa tiene el siguiente proceso constructivo:

- Construcción del pozo de ataque, que debe excavarse hasta una cota situada por debajo de la cota inferior de la tubería a hincar.
- Instalación de los carros guía (nivelantes) sobre la losa que permiten el ajuste de la pendiente y el arranque a la cota fijada.
- A continuación, se ajusta el torpedo hincador en la parte posterior del tubo, y sujetando con la máquina el propio tubo se inicia el golpeo a baja intensidad. Dependiendo del diámetro, pueden ser necesarias cuñas para asegurar un contacto sólido y uniforme entre el tubo y el martillo.
- El martillo de hinca fuerza al tubo de acero a penetrar en el terreno siguiendo la línea establecida por los carriles de guía. Como son hincas no guiadas, la precisión se mejora con un buen arranque, por lo que hay que poner especial cuidado en el primer tubo, ya que una vez hincado solo se puede controlar la velocidad de avance para detectar si hay elementos extraños o surge alguna anomalía. Cuando el primer tubo ha sido hincado, se para el martillo y se retira, soldándose a continuación el siguiente tramo de tubo de acero in situ. El ciclo se repite hasta que el primer tramo de tubo alcanza el foso o el punto de recepción.
- Completada la hinca de tubos, se descubre la punta que habrá llegado al foso de salida, y se procede a la limpieza del material del interior del tubo, para lo que se emplea el aire comprimido o agua.
- Como caso extremo, puede ser necesario el empleo de equipos de limpieza con agua a alta presión. Con el tubo limpio y, retiradas la cabeza de refuerzo y el torpedo hincador, se puede instalar el tubo de servicio que se aloja dentro del tubo vaina sin mayores dificultades.
- Por último, se retiran los elementos auxiliares del foso de ataque y se continúa con el tubo de servicio según requiera el proyecto.

El principal problema a resolver, en los trabajos de hincado de tuberías, consiste en mantener la dirección prevista de trazado, con el objeto de llegar con la instalación al punto previsto, tanto en planta, como en sección. En este tipo de trabajos, cualquier cambio en la densidad o en el tipo de terreno a perforar puede originar un cambio de dirección no deseado.

Con la intención de evitar la problemática anteriormente planteada, el Contratista planteará un método adecuado que permita controlar la dirección de la perforación y así mantener la dirección en planta y alzado de diseño.

### EQUIPOS NECESARIOS

Los equipos de hinca de percusión suelen estar constituidos por:

- Torpedo hincador
- Bastidor de empuje

- Camisas metálicas y tornillos sinfines
- Sistema de guiado
- Generador eléctrico o suministro de energía eléctrica y elementos auxiliares
- Grúa o retroexcavadora

## **TUBERÍAS**

La tubería a colocar en el interior de la tubería metálica en este tipo de hincas será generalmente de acero con junta soldada o de PEAD con junta electrosoldada.

### **5.10 ELEMENTOS DE VALVULERÍA**

A continuación, se indican las características generales de almacenamiento, transporte instalación de los elementos de valvulería existentes en proyecto, estos son, Válvulas de mariposa, ventosas, válvulas de retención y los respectivos carretes de desmontaje necesarios.

#### **5.10.1 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE ELEMENTOS DE VALVULERIA**

- Conservar las protecciones originales hasta su instalación. Utilizar en todo momento los medios adecuados para su correcta manipulación, carga y descarga.
- No utilizar partes como palancas, volantes o actuadores para levantar o arrastrar los equipos.
- Mantener las válvulas en posición cercana al cierre.
- Para prevenir daños y la corrosión de sus superficies, evitar temperaturas extremas, condiciones de alta humedad ambiental o atmósferas corrosivas. Proteger las válvulas de la luz solar directa, polvo, llamas o lluvia, y evitar golpes, arañazos o vibraciones externas. No dañar la protección de recubrimiento de pintura del cuerpo.
- Si el equipo ha recibido un golpe significativo, debe ser inspeccionado exhaustivamente para descartar posibles daños, y reemplazado si fuera necesario.

#### **5.10.2 MANIPULACIÓN Y MONTAJE**

Considerar los siguientes puntos junto a los principios generales que gobiernen la instalación:

- Comprobar que la especificación del equipo está de acuerdo a los códigos que rigen la instalación.
- Comprobar las presiones y temperaturas de servicio (ver límites de operación en la Documentación Técnica y etiqueta de las válvulas). Asegurar que las características de las válvulas y ventosas y sus materiales de construcción son adecuadas para el servicio.
- Considerar la interacción del equipo en el sistema. Evitar golpes de ariete producidos por aperturas o cierres súbitos de las válvulas. Prever elementos para amortiguar vibraciones y dilataciones de la tubería, así como guías, anclajes y soportes adecuados en función del peso de cada componente.
- El sistema debe ser diseñado para evitar turbulencias que generan fuerzas hidrodinámicas y resultan en un incremento de par de la válvula. Asimismo, se deben evitar velocidades elevadas; como referencia, procurar velocidades inferiores a 4,5 m/s en líquido (menores para fluidos abrasivos o viscosos).

- Prever espacio suficiente para las operaciones de instalación y mantenimiento.
- Retirar los elementos de protección con sumo cuidado para no dañar las válvulas y en especial sus partes blandas.
- Asegurar que los internos de la válvula y el circuito están libres de suciedad, restos de trabajo de instalación u otras impurezas. Colocar filtros adecuados para proteger los elementos del sistema de impurezas en funcionamiento.

Si se utilizan productos para limpieza, comprobar que su composición química y temperatura son compatibles con los materiales de construcción de la válvula.

Posición de Instalación.

- Las válvulas de mariposa son bidireccionales. Las de tipo wafer y doble brida son para instalar entre contrabridas.
- La tubería debe estar correctamente soportada y alineada. El apriete no debe compensar inclinaciones, torsiones, no alineaciones de tubería o separación excesiva que pueda provocar tensiones en el equipo una vez instalado.
- Asegurarse que las caras de contacto de válvulas y contrabridas están en buen estado y libres de impurezas.
- Debe quedar espacio suficiente entre las contrabridas para introducir la válvula sin dañar el elastómero, pero no excesivo.
- Para evitar daños en el disco y una correcta operación de la válvula de mariposa, asegurarse de que existe en la tubería espacio interior suficiente para la completa apertura del disco, ya que éste sobresale del cuerpo de la válvula en posición abierta.
- Las contrabridas pueden ser de cuello, slip-on, roscadas, etc., EN1092 PN10 y/o PN16, y/o ANSI B16.5 ASA 150 u otras en función de la construcción de la válvula (ver etiqueta de la válvula).
- No se requieren juntas o grasa para estanqueidad entre válvula y contrabridas, puesto que el propio elastómero de la válvula sirve para este propósito.
- Es muy importante asegurar el correcto centrado de la válvula entre las contrabridas. Un incorrecto centrado provocará fugas en la unión. Si se aprietan los tornillos con la válvula descentrada o bien si se aprietan de modo irregular, se puede dañar la cara del elastómero de un modo irreversible.
- Las válvulas de mariposa deben instalarse con el disco ligeramente abierto sin sobresalir del perfil del cuerpo. Centrar la válvula cuidadosamente entre las contrabridas y colocar tornillos y tuercas. Apretar ligeramente y abrir completamente la válvula. Una vez la válvula abierta, apretar de un modo cruzado, gradual y uniforme, hasta que entren en contacto el cuerpo metálico de la válvula y la cara de la brida.

### **5.11 MECANISMOS EN ALIVIADERO**

#### **5.11.1 VÁLVULAS**

#### **CONDICIONES GENERALES**

Según el tipo de válvula, el montaje habrá de realizarse de distinta manera, dada la diferencia existente entre los trabajos que realizan los diferentes tipos de válvula.

## **MONTAJE DE LAS VÁLVULAS**

### a) Condiciones generales

Las válvulas mientras esperan ser montadas, deberán guardarse cubiertas y protegidas de cuerpos extraños. Las protecciones de las bridas y los tapones de las roscas, no deben quitarse hasta el momento de su instalación.

Antes de llevar a cabo su instalación, debe limpiarse el interior con aire comprimido para expulsar cualquier suciedad.

En el caso de que la válvula vaya en un tramo de tubería soportada, éstos deben cuidarse al máximo, a fin de que no se transmita ningún esfuerzo al cuerpo de la válvula, y en consecuencia puedan originar deformaciones que hagan que pierda agua.

Igualmente hay que tener en cuenta que una falta de alineación de la válvula con la tubería, puede crear problemas de apriete. Cuando la tubería está suspendida, a ambos lados de la válvula habrá que situar obligatoriamente soportes.

Toda válvula debe llevar su correspondiente junta de desmontaje, que permita su fácil extracción y colocación sin necesidad de forzar la posición del colector.

En el caso de que se pongan elementos roscados, la tubería no debe roscarse en una longitud excesiva, ya que, de hacerlo así, entraría una longitud excesiva en la válvula, pudiendo dañar y deformar los asientos. La pasta sellante o la cinta se aplicará única y exclusivamente en la rosca macho, y nunca en la rosca de la válvula. En la colocación, la llave se aplicará en el hexágono correspondiente de la válvula.

Se utilizarán en todo momento herramientas adecuadas: llave inglesa en el extremo de la válvula, llave de perro en la tubería, llave de cinta cuando se trabaje con materiales niquelados, cromados o pulidos para evitar daños a las superficies, llave de cadena en tuberías de tamaño superior a 80 mm., llaves fijas y llaves de estrella se emplearán para apretado de bridas, serán de la medida correcta, pues en caso contrario el deslizamiento de la llave puede ser peligroso, y acabar redondeando las aristas de la cabeza de los tornillos y de las tuercas.

Nunca las juntas por roscas se apretarán con llaves provistas de alargadera.

En el caso de que las roscas de las uniones queden dañadas, deberá cortarse el tubo, y volverse a roscar. Si el daño es mínimo, podrá volverse de nuevo a pasar la terraja por la rosca para limpiarla y enderezarla.

En las válvulas la rosca hembra se puede separar simplemente pasándole un macho.

Durante el tiempo que duren estas operaciones, las partes internas de la válvula deberán estar protegidas mediante tapones de plástico situados en los extremos roscados.

Cuando la conexión se hace por bridas, los tornillos se apretarán en cruz, es decir, cuando se haya apretado ligeramente un tornillo debe apretarse después el opuesto, repitiendo a continuación la misma operación con los tornillos situados en la dirección perpendicular, continuando hasta que se hayan apretado todos. Luego hay que volver a repetir la operación, hasta conseguir un apriete fuerte de todos los tornillos.

La posición correcta de las bridas hay que comprobarlas con un nivel en sentido horizontal, colocado a un largo del tramo de tubería, y en sentido vertical, colocado en la cara refrentada de la brida. Se usarán bridas soldadas a la tubería, a fin de eliminar las posibles fugas de agua.

### b) Válvulas de Compuerta

Hay que asegurarse de que la válvula, una vez montada, pueda ser manejada fácilmente, con seguridad y que esté en un lugar protegido, de manera que no sobresalgan partes que puedan ser golpeadas o dañadas.

El volante de las válvulas deberá quedar en lo posible en posición horizontal, y con el vástago hacia arriba. Nunca se colocará el vástago hacia abajo, pues pueden producirse depósitos en la tapa que rayarán o dañarán el mismo.

A la hora de fijar la posición de las válvulas, se dejará espacio suficiente para su mantenimiento.

Los cierres se apretarán únicamente lo indispensable para evitar el goteo.

Cuando el sistema de accionamiento deba prolongarse, hay que prestar especial atención al montaje del mismo. El mecanismo accionador, el husillo y el husillo de prolongación, se montarán alineados verticalmente con respecto a la compuerta. Posteriormente se limpiarán todos los husillos, guías y mecanismos antes de engrasarlos.

Se ajustarán los indicadores de posición con las posiciones reales de las válvulas. La misma comprobación se efectuará con los interruptores finales de carrera, limitadores de par, y dirección del sentido de marcha, en el caso de que existan equipos automáticos de accionamiento de las válvulas.

### c) Válvulas de retención

Se deberá considerar a la hora de su montaje, el movimiento del fluido con respecto al obturador.

La parada brusca del fluido puede ocasionar un golpe de ariete, el incremento de presión resultante ocasiona vibraciones y golpes en la tubería. De acuerdo con la importancia que tenga este incremento de presión que verá la necesidad de instalar cámaras de aire para su amortiguador.

## **5.12 INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

### **5.12.1 NORMATIVA**

Los materiales y puesta en obra, de las instalaciones eléctricas definidas en el Proyecto, deberán ajustarse a lo dispuesto en el Normativa vigente, en particular:

- Los Reglamentos Electrotécnicos de Alta y Baja Tensión.
- El Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Las prescripciones y normas particulares de la Compañía suministradora de energía eléctrica.

## 5.12.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

### **ACOMETIDAS**

Todas las acometidas serán trifásicas a cuatro hilos, 220/380 V. y estarán constituidas por una caja de contadores para exterior, normalizada, incluido bastidor de soporte, preparada para que la compañía suministradora de energía instale el equipo de medida. Incluirá también los cables y canalizaciones aéreas y subterráneas necesarias para conectar la caja de contadores con la caja de protección y con el cuadro general.

### **CUADRO GENERAL**

En todas las instalaciones se dispondrá un cuadro general, constituido por un armario en poliéster de fibra de vidrio, equipado con un interruptor automático de entrada, voltímetro con conmutador, tres amperímetros con tratos de intensidad en su caso, un interruptor automático tetrapolar para alimentación del cuadro de mando, un interruptor automático con protección diferencial para alimentar una caja con tomas de corriente, un interruptor automático tetrapolar con protección diferencial de reserva, y otro interruptor automático bipolar con protección diferencial también de reserva.

El cuadro general contendrá también los elementos de protección de la red de alumbrado, que constará de un interruptor general automático bipolar con protección diferencial de 30 mA y cuatro interruptores automáticos unipolares para alimentar los circuitos de alumbrado exterior, interior de edificio, de emergencia y en su caso de los pozos.

### **CUADRO DE MANDO**

El cuadro de mando, estará constituido por uno o más módulos de armario en poliéster prensado, protección IP559, con puertas transparentes, en el interior de los cuales se instalarán todos los elementos de protección y control de las instalaciones que se indican en los esquemas eléctricos, tales como autómatas, paneles de control, interruptores automáticos, contadores, arrancadores, selectores, pulsadores, etc...

Las entradas y salidas de cables de fuerza y de control, se harán a través de prensacables por la parte inferior del cuadro. Todo el conexionado de cables se realizará en una regleta situada en la parte inferior del armario.

No se permitirán tornillos pasantes entre interior y exterior del armario.

### **CABLES Y CANALIZACIONES**

Todos los cables, serán multipolares del tipo no propagadores de incendio de la Norma UNE 21.026 y de las siguientes características.

- El aislamiento está constituido por una caja de mezcla aislante de etileno propileno con denominación normalizada ADI. La máxima temperatura admisible será de 90º C y la máxima temperatura en cortocircuito será de 250º C.
- La cubierta estará constituida por una capa de policlorepreno con denominación normalizada CN4, termoestable, no propagador de la llama, de buena resistencia a la humedad y a la intemperie.

- Todos los cables de alimentación a receptores, tendrá un conductor adicional de protección.
- En cualquier caso, el aislamiento del cable será de 6/1 Kv.

El tendido de cables se realizará por el interior de tuberías de PVC, en instalación vista, sujetos con grapas de material plástico con tornillería inoxidable.

En el exterior, en canalizaciones vistas, el tubo de protección será de acero galvanizado en caliente, con grapas y tornillería en material inoxidable o en acero galvanizado en caliente.

En instalaciones con tubos de PVC, el trazado se dispondrá en tramos rector, dejando un espacio libre entre las bocas de dos tramos sucesivos que permita al cable curvarse con un radio no inferior a diez veces el diámetro exterior del cable. A la entrada de cajas de derivación también se dejará un espacio libre no inferior a diez veces el diámetro del cable.

Las cajas de derivación, serán estancas, protección IP68, estarán constituidas por materiales anticorrosivos y estarán apropiadamente dimensionadas para permitir una fácil y cómoda realización de los empalmes.

Irán equipadas con prensacables de las dimensiones apropiadas y regleta de conexiones.

Se evitará tanto en la instalación como en la construcción de las cajas, el contacto de metales de distinto potencial electrolítico, para prevenir corrosiones en presencia de humedad. En ningún caso se permitirá la presencia de tornillos pasantes hacia el interior de las cajas.

Los prensacables irán roscados y en su colocación, se aplicará a las roscas algún producto apropiado impermeabilizante y protector de las roscas que tengan las propiedades demostradas de no endurecerse con el tiempo, no ser corrosivo para los materiales con los que va a estar en contacto y no ser conductor de la electricidad.

### **TOMAS DE CORRIENTE**

En cada instalación, se dispondrá una caja equipada con dos tomas de corriente, una trifásica de 32 A. con toma de aire, y otra bipolar de 16 A. con toma de tierra.

### **INTERRUPTORES DE NIVEL**

Todos los interruptores de nivel, serán del tipo de boya flotante, con el interruptor incorporado en su interior. En el interior de los pozos, el cable de cada interruptor de boya, irá guiado por el interior de tubos de PVC, separados de las paredes mediante soportes de material inoxidable.

Red de tierras.

Todos los elementos metálicos, de la instalación, así como los cables de protección, irán conectados a una red de puesta a tierra constituida por picas de acero cobreado desnudo de 10 mm2, de sección mínima. La resistencia de tierra no será superior a 5 ohmios.

### **ALUMBRADO**

#### **ALUMBRADO INTERIOR DE EDIFICIOS**

El alumbrado interior de edificios de aliviaderos y estaciones de bombeo, se realizará mediante cuatro luminarias estancas, de protección IP667, equipadas cada una de ellas con dos tubos fluorescentes de 36 w. con sus correspondientes equipos de encendido de alto factor. Serán modelo NLW-500 de Philips o equivalente.

### **ALUMBRADO DE GALERÍAS**

El alumbrado de galerías, se realizará mediante luminarias estancas, protección IP67 equipadas con un tubo fluorescente de 36 w y auxiliares eléctricos. Serán del modelo MY2 de SOCELEC o equivalente. La distancia entre puntos de luz, no será superior a cinco metros.

### **ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

En cada edificio, y encima de la puerta de acceso por el interior del mismo, se instalará una unidad de alumbrado de emergencia autónomo. En galerías, se instalará una unidad cada veinte metros de distancia.

Las luminarias serán estancas, protección IP67, con flujo luminoso superior a 600 lúmenes, y una duración de funcionamiento superior a treinta minutos.

### **ALUMBRADO DE POZOS**

El alumbrado de pozos y estanques de tormentas, se realizará mediante apliques antideflagrantes protección Exd. equipados con lámpara de incandescencia de 100 w.

Cada pozo de bombeo, estanque de tormentas o cámara de válvulas, irá dotado con dos puntos de luz.

### **ALUMBRADO EXTERIOR**

El alumbrado exterior se realizará mediante luminaria cerrada equipada con una lámpara de sodio de alta presión de 150 w, montada sobre brazo e instalada en la fachada de los edificios, sobre la puerta de acceso.

## **5.12.3 INSTALACIONES DE CONTROL**

Todas las instalaciones irán equipadas con autómata y panel de operador a excepción de las de tipo F, M y N que no dispondrán de panel de operador.

Para alimentación de las tarjetas de entrada y salida digitales y entradas analógicas circuitos de mando, se instalará una fuente de alimentación estabilizada a 24 v, independiente del propio autómata.

Todas las salidas digitales se realizarán con el intermedio de relés borna.

### **AUTÓMATAS**

Los autómatas han de cumplir la normativa existente en Europa y Estados Unidos. Han de permitir programación remota y comunicaciones con estaciones remotas. Habrán de incorporar las

necesarias interfases que permitan el protocolo de comunicaciones que se establezca en la Consejería de Fomento.

En principio se prevé que la comunicación entre las distintas estaciones, sea multipunto, semidúplex, a través de cable a cuatro hilos o con fibra óptica, sin descartar la posibilidad de establecer la comunicación vía radio.

La fuente de alimentación del autómata, ha de tener la capacidad suficiente para alimentar los módems de comunicaciones y las tarjetas adicionales que fueran exigibles por el telemando.

Los autómatas permitirán operaciones matemáticas de suma, resta, multiplicación y división.

El número de entradas y salidas tanto analógicas como digitales, se dimensionarán con un resguardo de al menos el 20 %.

### **PANEL DE OPERADOR**

Los paneles de operador dispondrán de teclado y display de cristal líquido, permitirán operaciones de arranque y parada de máquinas, visualización de parámetros digitales y analógicos de la estación asociada y de todas las estaciones remotas conectadas, el cambio de parámetros de consigna.

El panel de operador, también permitirá enviar mensajes prefijados al operador central.

### **CONTROL DE BOMBEOS**

Todas las instalaciones que incluyan equipos de bombeo estarán equipadas con transmisor de nivel en el pozo de bombeo, además de dos interruptores tipo boya, uno de alto y otro de bajo nivel.

En las instalaciones que lo tengan, se utilizará para control de bombas de señal de transmisor de nivel, en función de las consignas que se fijen para arranque y parada de las mismas. Los interruptores de boya irán subsidiarios y de seguridad.

Cuando se alcance alto nivel, arrancará una bomba adicional, la que más tiempo lleve parada, y hasta que no transcurra un tiempo determinado, el autómata no podrá dar orden de arranque de otra, aunque persista la señal de alto nivel. Cuando se alcance nivel bajo parará la bomba que más tiempo lleve en servicio, y de forma análoga el arranque, no podrá el autómata dar orden de parada de otra bomba en tanto no transcurra un determinado período de tiempo.

Todos los estados e incidencias de los bombeos, serán transmitidos a través del autómata.

Cada bomba, dispondrá en el cuadro de control de un selector para control local o automático y pulsadores de arranque y parada.

En funcionamiento local, las bombas se podrán arrancar y parar mediante los pulsadores y también funcionarán automáticamente con los interruptores de nivel sin el auxilio de autómata.

En funcionamiento automático, el autómata se encarga de arrancar y parar las bombas en función del nivel, y rotar las mismas, puede telemandarse y se transmiten los estados e incidencias a estaciones remotas.

#### 5.12.4 EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO PARA ALIVIADERO

- Unidad de instalación eléctrica y de instrumentación de aliviaderos constituida por:
- Una caja de contadores para exterior, normalizada, con soporte.
- Acometida eléctrica subterránea entre caja de protección, caja de contadores y cuadro general.
- Cuadro general, en caja de poliéster prensado conteniendo: dos interruptores automáticos tetrapolares, dos interruptores automáticos tetrapolares con protección diferencial, dos interruptores automáticos bipolares con protección diferencial, cuatro interruptores automáticos bipolares, tres amperímetros y un voltímetro con selector.
- Cuadro de mando en armario de poliéster prensado conteniendo, un interruptor automático tetrapolar de entrada, un relé de falta y desequilibrio de fases, tres interruptores automáticos tripolares con protección diferencial, diez interruptores automático bipolares con protección diferencial, seis interruptores automáticos unipolares, una fuente de alimentación estabilizada a 24 V, un contactor con relé térmico, un grupo de contactores inversores con relé térmico, una instalación de calefacción del cuadro con termostato, selectores, pulsadores, lámparas de señalización, etc. Un autómata programable equipado con cuatro entradas analógicas de 4-20 mA., 40 entradas digitales, ocho salidas digitales y tarjeta de comunicaciones. Un panel de operador con display de cristal líquido y teclado de operación, relés auxiliares, bornas, etc.
- Un transmisor de caudal para vertedero de ultrasonidos, salida 4-20 mA.
- Un transmisor de nivel con sensor piezoeléctrico, apropiado para aguas residuales con salida a 4-20 mA.
- Un equipo de alarma y detección de intrusos, constituido por contactos de puerta, detector de personas, interruptor de llave, luz intermitente y alarma sonora.
- Conjunto de cables y canalizaciones, realizada con cables de cobre multipolares de 1 KV, tendidos por el interior de tubos de PVC montados en superficie y fijados con grapas de material plástico.
- Instalación de alumbrado de emergencia, formado por una unidad autónoma estanca, cables y canalizaciones.
- Instalación de alumbrado de pozo formado por cuatro plafones antideflagrantes equipados con lámpara de incandescencia de 100 W.
- Red de tomas de corriente formada por una caja estanca, con una toma tripolar de 32 A + TT, y una toma bipolar de 16 A + TT, cables y canalizaciones.
- Una instalación de toma de tierra, para cuadros y masas metálicas, formada por picas de acero cobreado y cable de cobre de 10 y 25 mm<sup>2</sup>. de sección.
- Tres detectores de nivel de tipo boya, incluidos tubos guía y soportes.
- Una instalación de ventilación, constituida por un ventilador con motor antideflagrante para 3000 metros cúbicos hora y canalizaciones de aire en PVC incluidos soportes en acero inoxidable.

### 5.13 SISTEMAS DE VENTILACIÓN EN INSTALACIONES DE SANEAMIENTO

#### 5.13.1 VENTILACIÓN NATURAL

##### DESCRIPCIÓN

Se asegurará la adecuada ventilación en cámaras de aliviaderos y en el interior del interceptor, mediante dispositivos de toma y extracción de aire que estarán compuestos por los siguientes elementos:

- Armario de toma de aire fabricado a base de chapa de acero galvanizado de 2,5 mm. de espesor, debidamente tratado en su superficie a base de una mano de imprimación y dos manos de pintura de acabado.
- Dispondrá de rejillas en su cara frontal y posterior mediante lamas y malla galvanizada interior.
- Conductos de aireación en zanja formados por tuberías de UPVC de 300 mm. de diámetro interior y presión nominal 4 Atmósferas, con uniones mediante junta flexible. Estos conductos, se unen a armarios y columnas de extracción mediante codos de idéntico material embebidos en el zócalo base de aquellos y a través de pasamuros, distintos en los paramentos e igualmente en UPVC a los aliviaderos y pozos del interceptor.
- Columna de extracción, de tiro natural formada por tubo de acero helicoidal galvanizado y boquilla de aireación del mismo material y ranurada que, mediante un efecto de depresión provocado por el flujo horizontal del aire a través de ella, provoca un efecto de succión hacia el exterior de la columna.
- Todo el conjunto tiene adecuado tratamiento superficial de protección intemperie.

##### EJECUCIÓN

La Dirección de Obra fijará los puntos idóneos para ubicar tanto los armarios de toma y columnas de extracción, como la posición de los pasamuros en el interior de pozos y aliviaderos. Igualmente será función de la Dirección de Obra la determinación del número y disposición de elementos de ventilación a instalar a lo largo de los colectores.

En general, se seguirán las siguientes prescripciones:

- Situar un conjunto (toma extracción) en cada aliviadero.
- Disponer en extremos opuestos del aliviadero los pasamuros de entrada y salida de aire con objeto de conseguir un mayor efecto de barrido.
- Comunicar mediante un tercer paso de aire las cámaras de carga y de accionamiento de compuertas.
- Situar puntos de ventilación a lo largo de los colectores con distancias comprendidas entre 400 y 600 m.
- Colocar las columnas de extracción en puntos expuestos dotándolas de una altura no inferior a 7 m. Se cuidará la estética en lo posible sin detrimento de su eficacia.
- Conectar eventualmente los conductos de extracción a bajantes de edificación, disponiendo, en tal caso y para aliviaderos la unión de aquellos a la cámara de carga.
- Los conductos de paso de aire en zanja sobre lecho de material granular tendrán un recubrimiento mínimo de 0,8 m.
- Se reducirán al mínimo las pérdidas, por rozamiento en conductos, para lo cual se limitará el radio en curvas a un mínimo de 3D, siendo D el diámetro del conducto. Con idéntica finalidad se preverán abocinamientos en las entregas de los conductos a obras de fábrica.



## 5.14 UNIDADES DE OBRA NO CONTEMPLADAS

Caso de surgir unidades de obra no previstas en el Proyecto, cuya ejecución se considere conveniente o necesaria y si los precios de abono no estuvieran contemplados en el Contrato, los nuevos precios se fijarán contradictoriamente, con anterioridad a la ejecución de los trabajos a que dicho precio se refiere. Estos precios se redactarán en lo posible, tomando como base los que figuran en los Cuadros de Precios del Proyecto.

Será de aplicación lo dispuesto en los dos últimos párrafos del Artículo 158 del RGC (Reglamento General de Contratación del Estado), relativo a los precios de las unidades de obra no previstas en el contrato.

## 6 CAPITULO V: MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

### 6.1 CONDICIONES GENERALES

Para la medición y abono de las distintas unidades se seguirá lo especificado para cada una de ellas en los correspondientes apartados del capítulo 5 del presente Pliego.

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

### 6.2 MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE LAS OBRAS

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 45 del "P.C.A.G."

La forma de realizar la medición y las unidades de medida a utilizar será las definidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### 6.3 MEDICIONES PARCIALES Y FINAL

La medición final se verificará por el Director de Obras, después de terminadas éstas, con precisa asistencia de la empresa adjudicataria, a menos que declare por escrito que renuncia a este derecho y se conforma de antemano con el resultado de la medición. En el caso de que la empresa adjudicataria se negara a presenciirla, el Director de Obras nombrará a otra persona que represente los intereses de la empresa adjudicataria, siendo de cuenta del mismo los gastos que esta representación ocasione.

Se entiende lo mismo para las mediciones parciales que para la final. Estas comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas, no teniendo la empresa adjudicataria derecho a reclamación de ninguna especie por las diferencias que resulten entre las medidas que se efectúen y las consignadas en los estados de mediciones que acompañan al proyecto.

### 6.4 GASTOS DE REPLANTEO

Serán de cuenta de la empresa adjudicataria de las obras, el abono de los gastos de replanteo y liquidación de las mismas.

### 6.5 MEDICIONES Y ABONO DE TRABAJOS DE CAMPO

Será de aplicación a la siguiente unidad de obra:

CAT1      ud      CATA PARA LOCALIZACIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS.

### 6.6 MEDICIONES Y ABONO DEL DESPEJE Y DESBROCE

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

Las medidas de protección de la vegetación y bienes y servicios considerados como permanentes, no serán objeto de abono independiente, salvo lo indicado en el artículo del Programa de Vigilancia Ambiental.

La medición y abono de las partidas auxiliares que tengan consideración en este apartado se incluyen en su unidad de obra correspondiente.

DESBROCE m² DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO.

6.7 MEDICIONES Y ABONO DE DEMOLICIONES

Se abonará según el precio establecido en los Cuadro de Precios:

DEFIAG06 m² DEMOLICIÓN DE FIRME AGLOMERADO ASFÁLTICO.

La demolición de firme o pavimento se medirá por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados en obra, incluyendo la retirada de los productos de excavación a lugar de empleo o vertedero.

6.8 MEDICIÓN Y ABONO DE EXCAVACIONES Y DESMONTES

La excavación se medirá por diferencia entre los perfiles tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los finales, ejecutados de acuerdo con los planos, tomados inmediatamente después de concluidos.

Los excesos de excavaciones que realice la empresa adjudicataria sin la debida autorización del Director de las Obras, no serán de abono y deberán rellenarse, a costa de aquel, perfectamente compactados, de acuerdo con las ordenes que el Ingeniero Director de las Obras dicte en cada caso.

Para su abono se utilizarán los precios correspondientes que figuran en los cuadros de precios.

En las zonas en que además de realizar la limpieza, desbroce y extracción de la tierra vegetal, se tengan que realizar también saneos, el Contratista los documentará y contrastará con el Director de Obra quien tendrá que aprobarlos expresamente para ejecutarlos. En caso de no hacerlo así, todos los incrementos que se puedan derivar irán a cargo del Contratista. No se considerarán como saneadas las excavaciones inferiores a 30 cm, y en caso de serlo las que, a juicio del Director de Obra, se realicen en tierra vegetal o cultivable.

En el precio de la excavación se comprende la excavación en cualquier tipo de terreno, transporte y la retirada de productos a el vertedero o lugar de utilización, el alisamiento de superficies, estribos, achiques, desvíos y desagües (si no se valoran con precios específicos), el saneamiento de zonas rocosas afectadas por las excavaciones, y derechos, canon y mantenimiento de los vertederos, y la reconstrucción y reposición de márgenes, bancales, hitos y bancales en su estado original y formación de pistas y caminos necesarios para la maquinaria.

En el precio de la excavación se incluyen cualquier medio que se utilice para su ejecución, ya sean manuales, mecánicos o explosivos.

En el precio de la excavación se incluyen las posibles excavaciones i/o rellenos previos i/o posteriores en una o varias fases constructivas que, debido a las dimensiones de las excavaciones i/o a la falta de maniobrabilidad de la maquinaria por cuestiones relativas al espacio, tendrán que ser realizadas para dejar la obra según los planos, no derivándose incrementos

económicos para estos conceptos. El mismo criterio se aplicará en el caso de que la maquinaria tenga que trabajar desde cualquier punto con limitadas condiciones de visibilidad.

La elección del sistema de voladura a utilizar en los desmontes en roca, incluido en el caso de la utilización de precorte, no comportará ningún incremento económico.

La reposición de márgenes y bancales se realizará de forma que el terreno presente características y dimensiones similares a los originales, de manera que, si el bancal original estaba formado por muretes de piedra, una vez acabada la obra se tendrán que reponer estos muretes con características constructivas parecidas a las existentes. La reposición de estos muros y márgenes se consideran incluidas en el precio unitario de excavación, así como los materiales y medios auxiliares necesarios para su reconstrucción.

Será de aplicación a las siguientes unidades de obra:

ENTIBGIP	m²	ENTIBACIÓN CUAJADA MEDIANTE MÓDULOS DE BLINDAJE METÁLICO.
EXMECTT4	m³	EXCAVACIÓN EN ZANJA DE TERRENO DE TRÁNSITO.
U01EC030	m³	EXCAVACIÓN EN CIMIENTOS Y POZOS TERRENO TRÁNSITO. INCLUYE CARGA Y TRANSPORTE A 1 KM
I03017	m²	REFINO MANUAL DE LA EXCAVACIÓN PARA CIMENTACIONES Y OBRAS DE FÁBRICA

6.9 MEDICIÓN Y ABONO DE RELLENOS

Los rellenos se abonarán por metros cúbicos (m3), medidos sobre los Planos de perfiles transversales, siempre que los asientos medios del cimientto debido a su compresibilidad sean inferiores, según los cálculos del Proyecto, al dos por ciento (2%) de la altura media del relleno tipo terraplén.

En caso contrario podrá abonarse el volumen de relleno correspondiente al exceso ejecutado sobre el teórico, siempre que este asiento del cimientto haya sido comprobado mediante la instrumentación adecuada, cuya instalación y coste correrá a cargo de la empresa adjudicataria.

No serán de abono los rellenos que fuesen necesarios para restituir la explanación a las cotas proyectadas debidos a un exceso de excavación o cualquier otro caso de ejecución incorrecta imputable a la empresa adjudicataria ni las creces no previstas en este Pliego, en el Proyecto o previamente autorizados por el Director de las Obras, estando la empresa adjudicataria obligado a corregir a su costa dichos defectos sin derecho a percepción adicional alguna.

Será de aplicación a las siguientes unidades de obra:

ESCOLLEHM	m³	RELLENO ZANJAS CON ESCOLLERA DE 500 KG ENTRELAZADA HM-20.
GRAVCL6	m³	GRAVA CLASIFICADA 6/12 MM EN LECHO Y ABRIGO DE TUBERÍAS.
REZAHOAR	m³	RELLENO DE ZANJA CON ZAHORRA ARTIFICIAL.
REPREXC	m³	RELLENO DE ZANJAS CON SUELOS ADECUADOS, PROCEDENTES DE LA PROPIA EXCAVACIÓN.

U01RF010	m <sup>3</sup>	RELLENO TRASDÓS O.F./MATERIAL EXCAVACIÓN
U01040010	m <sup>2</sup>	REFINO, NIVELACIÓN Y APISONADO DE EXPLANADAS.

6.10 MEDICIÓN Y ABONO DE ZAHORRA

La zahorra se abonará por metros cúbicos m³ realmente ejecutados, medidos con arreglo a las secciones-tipo señaladas en los planos.  
No serán de abono las creces laterales, ni las consecuentes de la aplicación de la compensación de la merma de espesores de capas subyacentes.

Será de aplicación a la siguiente unidad de obra:

ZAESPE	m <sup>3</sup>	ZAHORRA ARTIFICIAL TIPO Z-2 PARA TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE CAMINOS.
--------	----------------	--

6.11 MEDICIÓN Y ABONO DE HORMIGONES

Se entiende por metro cúbico (m3), de cualquier tipo de hormigón, el metro cúbico (m3), de la obra ejecutada completamente terminada de acuerdo con lo ordenado en este Pliego, cualquiera que sea la procedencia de los materiales que en dichas fábricas se empleen.

Se abonarán solamente los volúmenes que resulten de aplicar a las obras las dimensiones acotadas en los Planos u ordenadas por el Ingeniero Director de las Obras por escrito, sin que sean de abono cualquier exceso que no haya sido debidamente autorizada.

Para la dosificación de los hormigones, las proporciones de cementos que figura en la justificación de precios son puramente indicativas.

En el precio de los hormigones están incluidos todos los gastos de materiales, transportes, preparación, puesta en obra, curado, pruebas y ensayos que sean necesarios realizar, así como la ventilación, alumbrado, utilización de cimbras y andamiajes y todas aquellas operaciones que se hayan definido en este Pliego. El precio no incluye los encofrados, valorados aparte.

Será de aplicación a las siguientes unidades de obra:

H200	m <sup>3</sup>	HORMIGÓN EN MASA (HM-20/B/20/IV) Fck 20 N/mm².
SUBBAS20	m <sup>3</sup>	HORMIGÓN (HM-20/B/20/IV) Fck 20 N/mm². DE 20 cm ESPESOR.
U07010304	m <sup>3</sup>	HM-20/B/20/I EN ELEMENTOS HORIZONTALES VERTIDO CON CAMIÓN
U07010728	m <sup>3</sup>	HA-25/B/20/IIa EN ELEMENTOS VERTICALES VERTIDO CON CAMIÓN
U07010804	m <sup>3</sup>	HA-30/B/20/IIa o HA-30/B/20/IIb ELEMENTOS HORIZONTALES., CON CAMIÓN
U07010840	m <sup>3</sup>	HA-30/B/20/IIa o HA-30/B/20/IIb EN ELEMENTOS VERTICALES VERTIDO CON CAMIÓN

6.12 MEDICIÓN Y ABONO DE BARRAS DE ACERO B-500S Y B-500T

Se abonará según lo indicado en cada unidad. En el caso de acero en barras corrugadas, se abonará por kilogramo (kg) de acero realmente colocado en obra.

Estos criterios incluyen las pérdidas y los incrementos de material correspondientes a recortes, ataduras, solapes y empalmes.

Será de aplicación a la siguiente unidad de obra:

U07030050	kg	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACERO PARA ARMADURAS EN BARRAS B500S.
-----------	----	--

6.13 MEDICIÓN Y ABONO DE ENCOFRADOS

Los encofrados se abonarán por metro cuadrado m2 de superficie medida que se encuentre en contacto con el hormigón.

Este criterio incluye los apuntalamientos previos, así como la recogida, limpieza y acondicionamiento de los elementos utilizados.

Será de aplicación a las siguientes unidades de obra:

U07020080	m <sup>2</sup>	ENCOFRADO PLANO MET. ELEM. VERTICAL. ESTRU. TRABAJ. ENTRE 3 y 5 m.
U07020010	m <sup>2</sup>	ENCOFRADO PLANO MADERA CIMENTACIONES, SOLERA, POZOS Y ARQUETAS.

6.14 MEDICIÓN Y ABONO ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL FIRME EXISTENTE

La escarificación y la compactación se abonará según lo estipulado en el Documento nº 4, Mediciones y Presupuesto, del Proyecto.

REGCAM	m <sup>2</sup>	REGULARIZACIÓN LIGERA DE CAMINOS.
--------	----------------	-----------------------------------

6.15 MEDICIÓN Y ABONO DE AGLOMERADOS

El precio incluye los materiales, transporte, preparación, extendido, compactado, mano de obra, medios auxiliares, operaciones y parte proporcional de elementos de anclaje y fijación para dejar totalmente terminada la unidad.

Será de aplicación a la siguiente unidad de obra:

AGLOM6	m <sup>2</sup>	AGLOMERADO ASFÁLTICO EN CALIENTE REALIZADO CON EXTENDEDORA.
--------	----------------	---

6.16 MEDICIONES Y ABONO DE SEÑALIZACION DE CONDUCCIONES

Se abonará según el precio establecido en los Cuadro de Precios:

BANDA	m	BANDA DE SEÑALIZACIÓN, SEGÚN NORMAS O ESPECIFICACIONES TÉCNICAS VIGENTES.
-------	---	---

6.17 MEDICIÓN Y ABONO DE TUBERÍAS HINCADAS

Las hincas se abonarán por metros (m.) de perforación medidos entre las caras interiores de los pozos de ataque y salida, aplicando los precios unitarios correspondientes al tipo de terreno y al diámetro de tubería definido en los planos del Proyecto. No será de abono directo por considerarse incluido en el precio unitario la gestión y tratamiento de los lodos generados durante la perforación.

Además, en el precio unitario de perforación se considera incluido las labores de sellado de las juntas entre tubo y tubo y los orificios de los inyectores. A su vez también se considera incluido la limpieza final de los tubos de los restos que pudieran originarse durante las operaciones de sellado.

Únicamente se abonará un transporte a obra del equipo de hinka de un determinado diámetro, que a su vez incluirá su retirada. No será de abono si el Contratista decidiera traer otro equipo de hinka del mismo diámetro de otro equipo de hinka que ya estuviera en obra, a excepción de que así estuviera recogido en la planificación dentro del Programa de trabajos del Proyecto y no sea una necesidad del Contratista originada por los retrasos acumulados en la ejecución de la obra. Si se hubiera contemplado en el Proyecto varios tramos a ejecutar por un mismo equipo de hinka se abonará traslados entre tajos del equipo de hinka y en igual número a los traslados efectuados. A su vez también será de abono una unidad de montaje y desmontaje del equipo de hinka por cada tramo de hinka a ejecutar. También se abonará independientemente por unidades realmente ejecutadas de las estaciones intermedias y el suministro e instalación de los anillos de estanqueidad, tanto del pozo de ataque como del pozo de salida.

Por el contrario, no se abonará la ejecución del muro de reacción en cada pozo de ataque por considerarse incluido el coste de su ejecución dentro de la unidad de montaje y desmontaje del equipo de hinka.

El Contratista no podrá reclamar cantidad alguna en concepto de sobrecosto originado por la realización de una perforación cuyo diámetro sea superior al definido en los planos del proyecto. Si fuera necesario inyectar mortero de cemento para desplazar la bentonita del espacio comprendido entre la tubería y el terreno se abonará aplicando los precios del Cuadro de Precios nº1. La presión, volumen y composición de los materiales a inyectar deberán ser limitados con objeto de evitar posibles daños o desplazamientos de la tubería  
La tubería de la conducción se abonará por metro lineal (ml.), aplicando el precio unitario correspondiente a la Presión de Trabajo y al diámetro interior previsto como si ésta fuera instalada en zanja.

Los precios de aplicación son los previstos en cada caso en el Cuadro de Precios  
La colocación de la tubería definitiva dentro de la camisa se pagará con un suplemento por metro lineal de tubería instalada.

También se considerarán de forma separada los elementos de separación (anillos separadores) de la tubería con la camisa de la hinka, así como los elementos de sellado de las bocas.  
Los precios a emplear serán los del cuadro de precios.

Será de aplicación a las siguientes unidades de obra:

IMPHINCA	ud	IMPLANTACIÓN, RETIRADA Y TRANSPORTE DE EQUIPO PERFORADOR DE ESCUDO ABIERTO ACERO < 1.500 MM.
EQUIHIN2	ud	INSTALACIÓN EQUIPO DE HINCA Y DESMOVILIZACIÓN DEL MISMO.

HINCA	m	TUBERÍA HINCADA CHAPA DE ACERO DN 1000 ESCUDO ABIERTO.
-------	---	--

6.18 MEDICIÓN Y ABONO DE TUBERÍAS A PRESIÓN

Las tuberías se medirán y abonarán por metro lineal (m.l.) de tubo colocado de acuerdo con los planos del Proyecto, medidos en planta.

En el precio por metro lineal de tubería están incluidos el coste del suministro, manipulación y empleo de los materiales, transporte, colocación en obra, maquinaria y mano de obra necesaria, así como los gastos derivados de todos los ensayos y pruebas necesarias. También está incluido en el precio la parte proporcional de piezas especiales en el material aprobado por la D.O (codos, Tes, derivaciones, reducciones, picajes, uniones, bridas, bridas ciegas, conos, etc.), salvo aquellas que se hubiesen medido de forma independiente. Así mismo, en el precio de las tuberías va incluido el rejuntado de los tubos y enrase y apisonado del fondo de las zanjas para recibirlos y sujetarlos en las condiciones exigidas.

Será de aplicación a la siguientes unidades de obra:

PVCC600	m	TUBERÍA DE PVC CORRUGADO INTERIOR LISO DE DN 600 mm.
TUPE2506	m	TUBERÍA POLIETILENO Ø 250 mm. 6 atm. ALTA DENSIDAD.
TUPE1506	m	TUBERÍA POLIETILENO Ø 150 mm. 6 atm. ALTA DENSIDAD.
TUPE9004	m	TUBERÍA POLIETILENO Ø 900 mm. 4 atm. (PE-100) DE 22.00 mm.
TUHIN1200	m	TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO Ø 1200 mm.

6.19 MEDICIÓN Y ABONO DE PIEZAS ESPECIALES DE CALDERERÍA

Se abonará a los precios indicados en el Cuadro de Precios nº 1, por Kg de calderería medidos según el despiece de la misma en planos. Los precios comprenden el suministro, transporte, y mano de obra necesarios para su colocación y nivelación, pequeño material, juntas, tuercas, tornillos arandelas y gastos de las pruebas y ensayos, ejecutados según lo indicado en estas prescripciones u ordenados por la Dirección de Obra, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Dirección de la misma. No se incluye la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, ni la unión con las conducciones que enlazan, valoradas aparte.

Será de aplicación a la siguiente unidad de obra:

GF3B0001	kg	ACERO S275JR EN TODO GALVANIZADO PIEZAS ESPECIALES.
----------	----	---

6.20 MEDICIÓN Y ABONO DE ARQUETAS PREFABRICADAS Y POZOS DE REGISTRO

Las arquetas se abonarán por unidades ejecutadas. El precio, salvo indicación contraria en el Proyecto, incluirá la unidad de obra completa y terminada, incluyendo la preparación, excavación, nivelación, y acondicionamiento del terreno de apoyo con zahorra compactada para apoyo de arquetas, relleno y compactado del trasdós y taladros en alzados o base para entrada y salida de las tuberías, tapa de fundición con marco, enlucidos y sellados.

Será de aplicación a la siguientes unidades de obra:

POZO450	ud	POZO REGISTRO PREFABRICADO DE HORMIGÓN CON JUNTA ELÁSTICA H>4,5m.
---------	----	---

POZO400	ud	POZO REGISTRO PREFABRICADO DE HORMIGÓN CON JUNTA ELÁSTICA 3,5<H<4,5m.
POZO350	ud	POZO REGISTRO PREFABRICADO DE HORMIGÓN CON JUNTA ELÁSTICA 2,5<H<3,5m.

6.21 MEDICIÓN Y ABONO DE ACCESORIOS EN ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO.

Se medirán por unidades realmente ejecutadas, aplicándose a las siguientes unidades de obra:

U05090240	ud	PATE POLIPROPILENO CON ALMA DE ACERO.
TAPAREG	ud	TAPA DE REGISTRO FUNDICIÓN 600 mm D-400.

6.22 MEDICIÓN Y ABONO DE VALVULERÍA Y PIEZAS ESPECIALES

La valvulería se medirán y abonarán por unidades completas e instaladas, de acuerdo con lo indicado en el Proyecto.

Los precios comprenden las operaciones necesarias para dejar estos elementos instalados en obra en perfectas condiciones de funcionamiento, según las especificaciones y planos de detalle que a propuesta de la empresa adjudicataria hubieran aprobado el Director de las Obras. El precio no incluye las piezas especiales donde se instalarán, valoradas aparte.

En el precio se incluyen también las operaciones precisas para el montaje, los materiales y operaciones accesorias para apertura de cajas, taladros, sellados y rellenos con mortero, y demás trabajos necesarios para verificar el empotramiento en las condiciones fijadas.

Así mismo se incluyen los gastos de pruebas, pintura, patente y demás gravámenes, que deberá satisfacer la empresa adjudicataria para la adquisición.

Si la empresa adjudicataria construye mayor volumen de cualquier clase de fábrica que el correspondiente a los dibujos que figuran en los planos, o de sus reformas autorizadas (ya sea por error, por su conveniencia, por alguna causa imprevista o por cualquier otro motivo), no le será de abono ese exceso de obra. Si, a juicio de la Dirección de Obra, ese exceso de obra resultase perjudicial, la empresa adjudicataria tendrá la obligación de demoler la obra a su costa y rehacerla nuevamente con las dimensiones debidas.

Siempre que no se diga expresamente otra cosa en los precios o en el Pliego de Condiciones, se consideran incluidos en los precios del Cuadro número uno (1) la limpieza de las obras, los encofrados, equipo de maquinaria y los medios e instalaciones auxiliares y todas las operaciones necesarias para terminar perfectamente la unidad de la obra de que se trate.

Es obligación de la empresa adjudicataria la conservación de todas las obras y, por consiguiente, la reparación o construcción de aquellas partes que hayan sufrido daños o se compruebe que no reúnen las condiciones exigidas en este Pliego. Para estas reparaciones se atenderá estrictamente a las instrucciones que reciba de la Dirección de Obra. Esta obligación de conservar las obras se extiende igualmente a los acopios que se hayan certificado. Corresponde, pues, a la empresa adjudicataria, el almacenaje y guardería de los acopios y la reposición de aquellos que se hayan perdido, destruido o dañado, cualquiera que sea la causa.

Los posibles abonos a cuenta de materiales acopiados, equipo e instalaciones quedan al criterio de la Corporación contratante, no pudiendo la empresa adjudicataria reclamar nada al efecto si fuese denegada su preceptiva petición.

Será de aplicación a las siguientes unidades de obra:

A10003	ud	VÁLVULA COMPUERTA, Ø 150 mm, 1,6 MPA, INSTALADA.
VAC200	ud	VÁLVULA DE COMPUERTA DE ASIENTO ELÁSTICO DN- 200 mm.
VAM250	ud	VÁLVULA DE MARIPOSA DN- 250 mm. de 16 Kg/cm².
VAM600	ud	VÁLVULA DE MARIPOSA DN- 600 mm DE 16 Kg/cm².
VAM900	ud	VÁLVULA DE MARIPOSA DN- 900 mm. DE 16 Kg/cm².
VENTO100	ud	VENTOSA AUTOMÁTICA Ø 200 mm. CON CUERPO DE ACERO INOX.
C90015	ud	CARRETE Ø 900 mm. DE ACERO INOXIDABLE (AINSI316L).
CARDE25	ud	CARRETE TELESCÓPICO DE DESMONTAJE DE Ø 250 mm.
CARDE60	ud	CARRETE TELESCÓPICO DE DESMONTAJE DE Ø 600 mm.
MATOP200	ud	MANGUITO TOPE BRIDA Ø 200 mm. ELECTROSOLDABLE, CON BRIDA.
MATOP250	ud	MANGUITO TOPE BRIDA Ø 250 mm. ELECTROSOLDABLE, CON BRIDA.
MATOP900	ud	MANGUITO TOPE BRIDA Ø 900 mm. ELECTROSOLDABLE, CON BRIDA.
PIEZESPE	ud	PIEZA ESPECIAL DE CONEXIÓN ENTRE TUBERIA DE PVC Ø 600 mm Y PIEZA DE CALDERERIA EN ACERO GALVANIZADO, TOTALMENTE INSTALADO.

6.23 MEDICIÓN Y ABONO DE REPOSICIONES DE SERVICIOS AFECTADOS

La medición se realizará por unidad (ud), según lo realmente ejecutado, y el abono se realizará según el siguiente precio, desglosado con detalle según el Anejo 9. Servicios Afectados.

Será de aplicación a la siguiente unidad de obra:

SERAFFECT	ud	SERVICIOS AFECTADOS.
-----------	----	----------------------

6.24 PRECIOS UNITARIOS

En las normas de Medición y Abono, se entenderá que los Precios Unitarios se refieren a unidad material, de mano de obra o maquinaria conforme a las indicaciones del Proyecto.

La descripción de los materiales y unidades de obra que figuren en el Proyecto no es exhaustiva, y puede ser solamente enunciativa y dirigida simplemente a la mejor comprensión de las características del trabajo a realizar. En consecuencia, los materiales no reseñados y las operaciones no descritas que sean manifiestamente necesarias para ejecutar la unidad de obra, se consideran incluidas en los precios de abono.

6.25 MEDICIÓN Y ABONO DE PARTIDAS ALZADAS DE ABONO ÍNTEGRO

Se aplicará lo expuesto en el RD 1098/2001, de 12 de octubre, de la Ley de Contratos de la Administración Pública, estableciendo:

1. Las partidas alzadas se valoraren conforme se indique en el pliego de prescripciones técnicas particulares. En su defecto se consideraren como partidas alzadas a justificar, las susceptibles de ser medidas en todas sus partes en unidades de obra, con precios unitarios, y como partidas alzadas de abono íntegro, aquéllas que se refieren a trabajos cuya especificación figure en los documentos contractuales del proyecto y no sean susceptibles de medición según el pliego.

2. Las partidas alzadas a justificar se valorarán a los precios de la adjudicación con arreglo a las condiciones del contrato y al resultado de las mediciones correspondientes. Cuando los precios de una o varias unidades de obra no figuren incluidos en los cuadros de precios, se procederá conforme a lo dispuesto en el Artículo 146.2 de la Ley, en cuyo caso, para la introducción de los nuevos precios así determinados habrán de cumplirse conjuntamente las dos condiciones siguientes:

- Que el órgano de contratación haya aprobado, además de los nuevos precios, la justificación y descomposición del presupuesto de la partida alzada, y
- Que el importe total de dicha partida alzada, teniendo en cuenta en su valoración tanto los precios incluidos en los cuadros de precios como los nuevos precios de aplicación, no exceda del importe de la misma figurado en el proyecto.

3. Las partidas alzadas de abono íntegro se abonarán a la empresa adjudicataria en su totalidad, una vez determinados los trabajos u obras a que se refieran, de acuerdo con las condiciones del contrato y sin perjuicio de lo que el pliego de cláusulas administrativas particulares pueda establecer respecto de su abono fraccionado en casos justificados.

Cuando la especificación de los trabajos u obras constitutivos de una partida alzada de abono íntegro no figure en los documentos contractuales del proyecto o figure de modo incompleto, impreciso o insuficiente a los fines de su ejecución, se estará a las instrucciones que a tales efectos dicte por escrito la dirección, a las que podrá oponerse la empresa adjudicataria en caso de disconformidad.

Será de aplicación a las siguientes unidades de obra:

CONX02	P.A	CONEXIÓN RED EXISTENTE DESDE TUBERÍA DE SALIDA DE LA EDAR DE LOS ALCÁZARES AL COLECTOR Nº3.
SEGYSSALUD	P.A	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
MPA	P.A	PRESUPUESTO DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, DESGLOSADO EN EL ANEJO CORRESPONDIENTE DEL PROYECTO.
GESTRESD	P.A	GESTION RESIDUOS.

6.26 UNIDADES NO ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO

Las unidades de obra no incluidas expresamente en el Pliego o en los Planos, se ejecutarán de acuerdo con lo sancionado por la costumbre como reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale la Dirección de Obra.

OBRAS CUYA EJECUCIÓN NO ESTÁ TOTALMENTE DEFINIDA EN ESTE PROYECTO

Las obras cuya ejecución no está definida ni contemplada en el presente Proyecto se abonarán a los precios del Contrato y según las condiciones recogidas en el presente Pliego que serán de aplicación, en cualquier caso.

La empresa adjudicataria está obligada a la ejecución de las mismas cuando el Director de Obra considere que son necesarias para la continuidad de la obra, su seguridad, mejora o por cualquier otro motivo que aquel considere.

De la misma manera se abonará la extracción de escombros y desprendimientos que ocurran durante el plazo de garantía siempre que sean debidos a movimiento evidente de los terrenos y no a faltas cometidas por la empresa adjudicataria.

OBLIGACIONES DE LA EMPRESA ADJUDICATARIA EN CASOS NO PREVISTOS EN ESTE PLIEGO

Es obligación de la empresa adjudicataria ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle estipulado expresamente en este Pliego de Condiciones, y lo que, sin apartarse de su recta interpretación, disponga por escrito la Dirección de Obra.

Caso de surgir unidades de obra no previstas en el Proyecto, cuya ejecución se considere conveniente o necesaria y si los precios de abono no estuvieran contemplados en el Contrato, los nuevos precios se fijarán contradictoriamente, con anterioridad a la ejecución de los trabajos a que dicho precio se refiere. Estos precios se redactarán en lo posible, tomando como base los que figuran en los Cuadros de Precios del Proyecto.

6.27 MEDICIÓN Y ABONO DE PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR, DE TRABAJOS POR ADMINISTRACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se cumplirá lo especificado en la Cláusula 60 del “P.C.A.G.”

Dada la naturaleza de las presentes obras, extraordinariamente se pueden generar partidas económicas no asimilables a unidades de obra previstas en el correspondiente Cuadro de precios, En estos casos, claramente detallados, se abonarán de forma justificada y previamente autorizada por la Dirección Facultativa dichas partidas, utilizando para ello los precios de materiales, maquinaria y mano de obra, contenidos en el proyecto.

CONDICIONES PARA FIJAR PRECIOS

Si se considerase necesaria la formación de precios contradictorios entre la Propiedad y la empresa adjudicataria, este precio deberá fijarse con arreglo a las unidades del cuadro de precios del presente Proyecto siempre que sea posible.

La fijación del precio deberá hacerse obligatoriamente antes de que se ejecute la obra a la que debe aplicarse. Si por cualquier causa la obra hubiera sido ejecutada antes de cumplir este requisito, la empresa adjudicataria quedará obligada a aceptar el precio que para la misma señale la Propiedad.

6.28 OBRAS NO AUTORIZADAS Y OBRAS DEFECTUOSAS

Será de aplicación lo dispuesto en las Cláusulas 43 y 44 del “P.C.A.G.”.

