



**PROYECTO DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE RIEGO DE LA Balsa del SAPO
(ALMERÍA)**

**DOCUMENTO Nº 3
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

**PROYECTO DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE RIEGO DE LA Balsa del SAPO
(ALMERÍA)**

DOCUMENTO Nº 3

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

	Pág.
CAPITULO I. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	1
ARTÍCULO 1.1. DESCRIPCIÓN OBRAS PROYECTADAS.....	1
CAPITULO II. PRESCRIPCIONES GENERALES.....	3
ARTÍCULO 2.1. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS Y ORDEN DE PREVALECIMIENTO.....	3
ARTÍCULO 2.2. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN	3
ARTÍCULO 2.3. CONDICIONES DE LA LOCALIDAD	4
ARTÍCULO 2.4. DIRECCIÓN TÉCNICA DEL CONTRATISTA	4
ARTÍCULO 2.5. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.....	4
ARTÍCULO 2.6. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES	4
ARTÍCULO 2.7. ENERGÍA ELÉCTRICA Y OTROS SUMINISTROS	5
ARTÍCULO 2.8. REPLANTEO	5
ARTÍCULO 2.9. EXCAVACIÓN DE CATAS PARA LA LOCALIZACIÓN DE TUBERÍAS	6
ARTÍCULO 2.10. TOLERANCIA EN LAS DIMENSIONES.....	6
ARTÍCULO 2.11. DAÑOS PRODUCIDOS POR DIVERSAS CAUSAS	6
ARTÍCULO 2.12. RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD PÚBLICA.....	7
ARTÍCULO 2.13. CORRESPONDENCIA OFICIAL.....	7
ARTÍCULO 2.14. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA AL FINALIZAR LAS OBRAS.....	7
ARTÍCULO 2.15. PRUEBAS QUE DEBEN EFECTUARSE ANTES DE LA RECEPCIÓN.....	7
ARTÍCULO 2.16. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA	7
ARTÍCULO 2.17. MATERIALES NO ESPECIFICADOS.....	8
ARTÍCULO 2.18. MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO.....	8
ARTÍCULO 2.19. MATERIALES DEFECTUOSOS PERO ACEPTABLES	8
ARTÍCULO 2.20. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA	8
ARTÍCULO 2.21. ENSAYOS Y PRUEBAS DE MATERIALES DE OBRA CIVIL.....	8
ARTÍCULO 2.22. ENSAYOS PARA EL CONTROL DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	9
ARTÍCULO 2.23. PARTIDAS ALZADAS Y OBRAS NO PREVISTAS EN ESTE CAPÍTULO	9
ARTÍCULO 2.24. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS	9

ARTÍCULO 2.25. OBRAS NO ESPECIFICADAS.....	10
ARTÍCULO 2.26. APLICACIÓN DE LOS CUADROS DE PRECIOS.....	10
ARTÍCULO 2.27. OBLIGACIÓN DE ENTREGAR DOCUMENTACIÓN	10
ARTÍCULO 2.28. EJECUCIÓN DE LAS CONEXIONES A REDES EN SERVICIO	11
ARTÍCULO 2.29. CONTROL DE MOVIMIENTOS Y FISURACIÓN EN DEPÓSITOS.....	11
ARTÍCULO 2.30. PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	11
ARTÍCULO 2.31. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACION.....	12
ARTÍCULO 2.32. CONSIDERACIONES INICIALES EN LA OBRAS A EJECUTAR EN LAS INSTALACIONES ACTUALES DE LA Balsa del SAPO	12
ARTÍCULO 2.33. DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR EN OBRAS CON EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS	14

CAPITULO III. CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES QUE HAN DE CUMPLIRSE EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS..... 23

ARTÍCULO 3.1. REDUCCIÓN DE LOS NIVELES DE POLVO Y RUIDO OCASIONADOS POR EQUIPOS Y MAQUINARIA.....	23
ARTÍCULO 3.2. OTRAS MEDIDAS PREVENTIVAS DURANTE LAS OBRAS.....	25
ARTÍCULO 3.3. REDUCCIÓN DE LA GENERACIÓN Y DE LA PELIGROSIDAD DE LOS RESIDUOS.....	27
ARTÍCULO 3.4. USO DE MATERIALES RECICLABLES, REUTILIZABLES O VALORIZABLES	28
ARTÍCULO 3.5. USO DE MATERIALES PROCEDENTES DE PROCESOS DE RECICLADO	29
ARTÍCULO 3.6. PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	29
ARTÍCULO 3.7. CERTIFICACIÓN DE LOS MEDIOS EMPLEADOS Y MEDIDAS ADOPTADAS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS	32
ARTÍCULO 3.8. MEDIDAS A ADOPTAR EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	33
ARTÍCULO 3.9. ORDEN Y LIMPIEZA DE LAS OBRAS	34
ARTÍCULO 3.10. OTRAS ESPECIFICACIONES.....	35

CAPITULO IV. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA OBRA CIVIL 36

ARTÍCULO 4.1. DESBROCE DEL TERRENO	36
ARTÍCULO 4.2. DEMOLICIONES	37
ARTÍCULO 4.3. EXCAVACIONES EN ZANJA.....	38
ARTÍCULO 4.4. RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS	41
ARTÍCULO 4.5. EXCAVACIÓN EN DESMONTE	45
ARTÍCULO 4.6. EXCAVACIÓN EN CIMIENTOS.....	47
ARTÍCULO 4.7. TRANSPORTE Y VERTIDO DE PRODUCTOS DE EXCAVACIÓN A VERTEDERO	48
ARTÍCULO 4.8. TERRAPLENES.....	48
ARTÍCULO 4.9. RELLENOS LOCALIZADOS	50
ARTÍCULO 4.10. MUROS DE ESCOLLERA COLOCADA	52
ARTÍCULO 4.11. GEOTEXILES COMO ELEMENTO DE SEPARACIÓN, FILTRO Y PROTECCIÓN.....	58
ARTÍCULO 4.12. ACERO PARA ARMADURAS.....	59

ARTÍCULO 4.13. ENCOFRADOS	60
ARTÍCULO 4.14. HORMIGONES	63
ARTÍCULO 4.15. ELEMENTOS PREFABRICADOS	70
ARTÍCULO 4.16. ACERO ESTRUCTURAL	76
ARTÍCULO 4.17. FÁBRICA DE LADRILLO	76
ARTÍCULO 4.18. FÁBRICA DE BLOQUES DE HORMIGÓN	78
ARTÍCULO 4.19. ENLUCIDOS Y ENFOCADOS	79
ARTÍCULO 4.20. POLIESTIRENO EXPANDIDO	81
ARTÍCULO 4.21. APOYOS ELASTOMÉRICOS	81
ARTÍCULO 4.22. IMPERMEABILIZACIÓN INTERIOR EN JUNTAS DE DILATACIÓN Y CONSTRUCCIÓN	82
ARTÍCULO 4.23. CARPINTERÍA METÁLICA	86
ARTÍCULO 4.24. RIEGOS DE IMPRIMACIÓN	87
ARTÍCULO 4.25. RIEGOS DE ADHERENCIA	88
ARTÍCULO 4.26. MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE	89
ARTÍCULO 4.27. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES MEDIANTE RIEGOS CON GRAVILLA	89
ARTÍCULO 4.28. FIRMES Y RELLENOS DE ZAHORRAS	90
ARTÍCULO 4.29. BALDOSAS HIDRÁULICAS	92
ARTÍCULO 4.30. BORDILLOS DE HORMIGÓN	93
ARTÍCULO 4.31. TUBERÍAS DE HORMIGÓN PARA SANEAMIENTO, DRENAJE E HINCAS	94
ARTÍCULO 4.32. TUBERÍAS DE FUNDICIÓN	103
ARTÍCULO 4.33. TUBERÍAS DE ACERO HELICOSOLDADO	118
ARTÍCULO 4.34. TUBERÍA DE P.V.C	140
ARTÍCULO 4.35. TUBERÍA DE POLIETILENO	143
ARTÍCULO 4.36. TUBERÍA DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO	156
ARTÍCULO 4.37. TUBERÍAS DE ACERO INOXIDABLE	172
ARTÍCULO 4.38. TAPAS DE FUNDICIÓN PARA ARQUETAS	173
ARTÍCULO 4.39. SERVICIOS AFECTADOS. OTRAS TUBERÍAS	174
ARTÍCULO 4.40. TABLESTACADOS	174
ARTÍCULO 4.41. ENTIBACIONES	177
ARTÍCULO 4.42. EJECUCIÓN DE REPOSICIONES DE FIRMES	178
ARTÍCULO 4.43. PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE TUBERÍAS	179
ARTÍCULO 4.44. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE DEPÓSITOS	182
ARTÍCULO 4.45. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD PARA DEPÓSITOS	184
ARTÍCULO 4.46. CUNETAS DE HORMIGÓN	187
ARTÍCULO 4.50. PILOTES	198

CAPITULO V. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS 205

ARTÍCULO 5.1. PIEZAS ESPECIALES EN CALDERERÍA	205
ARTÍCULO 5.2. UNIÓN FLEXIBLE ABRAZADERA	208

ARTÍCULO 5.3. MANGUITOS PARA DILATACION DE TUBERIAS.....	209
ARTÍCULO 5.4. CARRETES DE DESMONTAJE.....	211
ARTÍCULO 5.5. VÁLVULAS DE COMPUERTA.....	212
ARTÍCULO 5.6. VÁLVULAS DE MARIPOSA	214
ARTÍCULO 5.7. VENTOSAS.....	218
ARTÍCULO 5.8. VÁLVULAS DE RETENCIÓN.....	220
ARTÍCULO 5.9. FILTRO CAZAPIEDRAS DE CESTA	221
ARTÍCULO 5.10. FILTRO MECANOSOLDADOS PARA PROTECCION DE VALVULAS REGULACIÓN ..	222
ARTÍCULO 5.11. FILTRO CON CUERPO GLOBO PARA PROTECCION DE VALVULAS REGULACIÓN.	223
ARTÍCULO 5.12. CAUDALÍMETROS	224
ARTÍCULO 5.13. CONTADORES	226
ARTÍCULO 5.14. GRUPO DE PRESIÓN.....	227
ARTÍCULO 5.15. GRUPOS MOTOBOMBAS.....	228
ARTÍCULO 5.16. COMPRESORES	239
ARTÍCULO 5.17. VENTILADORES Y EXTRACTORES	240
ARTÍCULO 5.18. PUENTES GRÚAS.....	241
ARTÍCULO 5.19. CALDERINES ANTIARIETE.....	242
ARTÍCULO 5.20. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.....	245
ARTÍCULO 5.21. FIBRA ÓPTICA.....	246
ARTÍCULO 5.22. AIRE ACONDICIONADO	252
ARTÍCULO 5.23. EQUIPOS TRATAMIENTO	253
ARTÍCULO 5.24. EQUIPOS PLANTA SOLAR.....	267

CAPITULO VI. CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS 281

ARTÍCULO 6.1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS	281
ARTÍCULO 6.2. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN INTERIOR.....	294
ARTÍCULO 6.3. LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRANEAS DE BAJA TENSIÓN.....	304
ARTÍCULO 6.4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN.....	317

CAPITULO I. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Artículo 1.1. DESCRIPCIÓN OBRAS PROYECTADAS

El proyecto comprende las obras necesarias para tratamiento de los 3,4 hm³/año sobre los que actualmente hay concesión, si bien se planifica una posible ampliación considerando una situación futura en la que la capacidad de tratamiento puede ser mayor dejando preparada la obra civil para la ampliación.

Dado que esta actuación se concibe integrada en el sistema de captación y vertido del agua de la Balsa del Sapo, con el objetivo de poder garantizar su aprovechamiento con la menor afección posible, se ha analizado el funcionamiento de la infraestructura existente y los proyectos y obras que se van a desarrollar con relación a esta infraestructura con la finalidad de utilizar todos los posibles elementos susceptibles de formar parte de esta actuación. De esta forma, salvo la captación, nave de proceso y los tres nuevos depósitos, uno de agua de lavado filtrada, uno de impulsión de agua producto y el de impulsión de agua de rechazo, junto al tramo de conducción necesaria hasta su conexión con la tubería existente, para la entrega del agua de rechazo, que serán de nueva construcción, el resto de instalaciones se reutilizarán en el presente Proyecto, minimizando de esta forma el impacto que supone la construcción de una obra de este tipo.

La planta de tratamiento cuenta con tres líneas para producción de 3.432 m³/día por línea. La captación se plantea de forma directa del vaso oeste de la Balsa del Sapo mediante pozos superficiales protegidos con escollera y grava filtrante. Se plantean cuatro pozos de captación equipados todos ellos con bombas.

El agua bruta captada en los pozos se impulsa directamente contra la línea de filtros de arena, donde a la salida se dispone un depósito con el agua filtrada, desde el que, por un lado, se tomará el volumen de agua necesario para realizar las limpiezas de los filtros de arena, y por otro, se alimenta a las líneas de microfiltrado, formada por filtros de cartuchos. A la salida de las líneas de microfiltrados, se alimenta a las líneas de ultrafiltración. Tras este tratamiento, se dispone de tres depósitos con el agua ultrafiltrada, desde el que, por un lado, se deriva el volumen necesario para realizar las limpiezas de las líneas de ultrafiltración, y por otro, se alimenta la aspiración de las bombas de alta presión, que servirá de punto de inicio del proceso de ósmosis inversa.

Para el proceso de ósmosis inversa se proyecta una fase con recirculación de rechazo.

A partir de este punto el agua producto se conduce hasta el nuevo depósito y estación de bombeo para su impulsión a las balsas de Carcauz, donde se producirá la mezcla con agua de otras procedencias y su distribución para suministro de agua con calidad para riego. Para el proceso de tratamiento se estima un rendimiento del 75,1%, lo que supondría producir unos 2,22 hm³/año de agua producto.

Para la impulsión del agua producto se empleará la conducción actual de 400 mm de diámetro que da servicio al bombeo antiguo para extracción y vertido de los volúmenes necesarios de la Balsa del Sapo.

Para la conducción del agua de rechazo de la planta de tratamiento, se proyecta la construcción de un depósito, estación de bombeo y una conducción de 6.312 m de longitud, de PE100, DN250 y PN10, hasta su conexión con la conducción existente, de FD y DN400, que actualmente conduce el vertido de la balsa del Sapo hasta el mar. La solución planteada para el vertido es la ya analizada y aprobada en el proyecto de Acuamed, que cuenta además con una DIA favorable. Antes de su llegada al mar se proyecta la conexión con el emisario de la Romanilla, para facilitar su vertido y a la vez asegurar su correcta gestión.

Las distintas conexiones con las tuberías existentes se realizan en el entorno de las instalaciones proyectadas salvo la conexión entre la nueva conducción de vertido DN250 con la conducción de FD DN400 mm que conducirá el agua de rechazo hasta el emisario de La Romanilla.

Para la alimentación de energía eléctrica a la planta de tratamiento, se ha solicitado acometida a Endesa Distribución en las proximidades de la planta, incluyendo el proyecto una línea de media tensión y un nuevo centro de distribución con un transformador de 1.000 KVA.

El proyecto contempla además, la construcción de una planta fotovoltaica en los terrenos colindantes y sobre cubierta, con una potencia nominal de 440 Kw y una potencia pico de 465,12 Kwp. La producción de energía eléctrica anual en el conjunto de la instalación solar fotovoltaica será de 774.100 kWh/año.

Dado que el consumo específico estimado, junto a la impulsión del agua producto y a la impulsión del agua de rechazo, es de 1,53 Kwh/m³ de agua producida, en función de la organización y necesidades de producción se podría conseguir hasta un 21,17% de ahorro en el consumo energético gracias a la disposición de esta fuente de energía renovable.

CAPITULO II. PRESCRIPCIONES GENERALES

Artículo 2.1. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS Y ORDEN DE PREVALECIMIENTO

La forma, dimensiones y detalles constructivos de las distintas partes de las obras, se especifican en los precios correspondientes, en los presupuestos y en los planos de ejecución y detalle y órdenes escritas que, con arreglo a lo prescrito en este Pliego, dé, en su caso, el Ingeniero Director de la Obra durante su desarrollo.

Los documentos que definen las obras objeto del Proyecto son, enumerados por orden de prevalencia en caso de contracción entre ellos:

- 1º - Cuadro de Precios
- 2º - Pliego de prescripciones técnicas particulares
- 3º - Planos
- 4º - Memoria

A estos documentos iniciales hay que añadir:

- Los planos de obra complementarios o sustitutivos de los planos que hayan sido debidamente aprobados por la Dirección Facultativa
- Las órdenes escritas emanadas de la Dirección Facultativa y reflejadas en el Libro de órdenes, que debe existir obligatoriamente en la obra
- En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.
- Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último. Si hubiere discrepancia entre las definiciones de los precios y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo indicado en éste.
- Las omisiones en Planos y Pliegos de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en los mismos, o que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los citados documentos.

Artículo 2.2. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

Serán de aplicación en lo no especificado en este Pliego y en las referencias que en el mismo se hacen, las siguientes normas y disposiciones técnicas:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, aprobado por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976, y sus sucesivas modificaciones (PG-3)

- Normas UNE-EN de la Asociación Española de Normalización (AENOR)
- Normas NLT del Centro de Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)
- Código Técnico de la Edificación (R. D. 314/2006, de 17 de marzo)
- Instrucción para la recepción de cementos RC-16. (R.D. 256/2016, de 10 de junio)
- Código Estructural (R.D. 470/2021, de 29 de junio)

Artículo 2.3. CONDICIONES DE LA LOCALIDAD

El Contratista deberá conocer suficientemente las condiciones de la localidad, de los materiales utilizables en calidad y situación, y de todas las circunstancias que puedan influir en la ejecución y en el coste de las obras, en la inteligencia de que, a menos de establecerse explícitamente lo contrario, no tendrá derecho a eludir su responsabilidad ni a formular reclamación alguna fundada en datos o antecedentes del proyecto que puedan resultar equivocados.

Artículo 2.4. DIRECCIÓN TÉCNICA DEL CONTRATISTA

La dirección técnica de los trabajos por parte del Contratista deberá estar a cargo de persona que reúna las condiciones que exija el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares correspondiente a la licitación, con residencia a pie de obra, auxiliado por el personal técnico titulado que se considere necesario para la buena organización de la misma, debiendo atenerse todos ellos a las órdenes verbales o escritas del Ingeniero Director de la Obra.

Artículo 2.5. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

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

Artículo 2.6. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Toda la maquinaria y medios auxiliares empleados por el Contratista serán de su exclusiva cuenta, sin que en ningún caso pueda exigirse que la Administración se los abone, ya que su coste presumible y gastos de amortización y conservación se considerarán incluidos en los distintos precios. No podrá el Contratista, alegando lo costoso de la maquinaria e instalaciones auxiliares, exigir que se le abone cantidad alguna en concepto de anticipo sobre dichos medios, para que sea posteriormente deducido de la unidad de obra correspondiente, aunque la Administración está facultada para otorgar anticipos a cuenta de Maquinaria y Medios Auxiliares, así como para fijar la cuantía de los mismos.

Por otra parte, el Contratista viene obligado a aumentar y variar la maquinaria y medios auxiliares que esté empleando si, a juicio del Ingeniero Director de la Obra, resultasen insuficientes o inadecuados para el cumplimiento del contrato, aunque hubiesen sido aceptados en la propuesta presentada en la

licitación o en el Programa de Trabajos a que se refiere el artículo 128 del Reglamento General de Contratación del Estado.

Artículo 2.7. ENERGÍA ELÉCTRICA Y OTROS SUMINISTROS

Serán de cuenta exclusiva del Contratista la gestión e instalaciones precisas para el suministro de energía eléctrica y demás suministros para ejecución de estas obras.

Artículo 2.8. REPLANTEO

Se realizará por la Administración el replanteo de campo de las obras por medio de estacas que definan la situación, perfiles intermedios y demás elementos necesarios para su ejecución. Del mismo modo y fuera del lugar de las obras se situarán una serie de referencias fijas que servirán de apoyo para todos aquellos puntos que sea necesario colocar posteriormente.

En el plazo que marquen las disposiciones vigentes se comprobará, en presencia del Contratista o un representante suyo, el replanteo de las obras, extendiéndose la correspondiente Acta.

El Acta de Comprobación de Replanteo reflejará la conformidad o disconformidad del replanteo respecto a los documentos del Proyecto, refiriéndose expresamente a las características geométricas de la obra o a cualquier otro punto que, en caso de disconformidad, pueda afectar al cumplimiento del Contrato.

La comprobación del replanteo deberá incluir los vértices de trazados de tuberías y el centro de las arquetas, casetas y depósitos, así como las referencias fijas imprescindibles para el apoyo de los sucesivos replanteos de detalle.

El Contratista se responsabilizará de la conservación de los puntos del replanteo que le hayan sido entregados, así como de la reposición, a su cargo, de aquellos del primitivo replanteo que hayan desaparecido y sean necesarios para la correcta ejecución de la obra.

En el caso de que la ejecución de las obras impusiera la destrucción de algunos puntos de referencia, será obligación del Contratista reponerlos a su cargo, quedando la nueva ubicación fuera del alcance de las obras y teniendo estos nuevos puntos las dimensiones y características de los suprimidos.

Podrá el Ingeniero Director de la Obra ejecutar por sí u ordenar cuantos replanteos parciales estime necesarios durante el período de construcción y en sus diferentes fases, al objeto de que las obras se ejecuten con arreglo al Proyecto.

El Contratista deberá disponer de todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para efectuar los replanteos de detalle que aseguren que las obras se realicen, en cotas, dimensiones y geometría, conforme a planos y dentro de las tolerancias indicadas en este Pliego.

Todos los gastos ocasionados por los replanteos, a partir del momento de adjudicación de las obras, serán a cargo del Contratista.

Todos los replanteos deberán ser aprobados por el Ingeniero Director de la Obra, extendiéndose la correspondiente Acta para cada uno de ellos.

La altimetría está referida a la nivelación general de precisión en España.

Artículo 2.9. EXCAVACIÓN DE CATAS PARA LA LOCALIZACIÓN DE TUBERÍAS

En la ejecución de estas unidades se tendrá un especial cuidado en la no afcción al servicio y es por lo que una parte de la excavación, se realizará de forma manual. Antes de la ejecución de estas unidades el contratista preparará un plan de ejecución de las mismas donde se indique la forma, la fecha y el sistema de marcado. Este plan se presentará al organismo propietario del servicio al objeto que esté presente en la realización de la cata.

El relleno de las excavaciones se realizará con sumo cuidado, compactando de forma manual el relleno, que será de aportación, con el objeto de evitar dañar el servicio.

La ejecución de esta unidad no será abonable en ningún caso ya que debe de formar parte de la estimación del contratista de sus costes indirectos de la obra.

Artículo 2.10. TOLERANCIA EN LAS DIMENSIONES

Entre las dimensiones indicadas en el Proyecto, o sus modificados, y las reales de las obras, se tolerarán diferencias que resulten admisibles a juicio del Ingeniero Director de la Obra, teniendo en cuenta la parte de la obra, la naturaleza de los materiales empleados y los medios de ejecución, siempre que no resulten perjudiciales para la estabilidad de la misma, su buen aspecto de conjunto o la misión para la que ha sido realizada.

En las obras de fábrica se permitirá una variación de sus dimensiones del diez por ciento (10%) siempre que el error cometido no sobrepase en valor absoluto de tres centímetros (3 cm).

Toda la demolición, reconstrucción o adaptación en su caso de las partes de la obra que no se ajusten a las cotas y rasantes señaladas, tanto por error involuntario como por desplazamiento de alguna referencia, será de cuenta del Contratista, con la única excepción de que existieran errores en los planos o cotas de las referencias suministrados por la Administración.

Artículo 2.11. DAÑOS PRODUCIDOS POR DIVERSAS CAUSAS

El Contratista deberá adoptar las precauciones y realizar por su cuenta cuantas obras sean necesarias para proteger las que construya de los ataques que sean evitables, del fuego, agua y en general de todos los elementos atmosféricos, siendo también de su cargo los perjuicios que dichos elementos y agentes atmosféricos pudieran ocasionar en las obras antes de la recepción.

El Contratista deberá asimismo adoptar las precauciones convenientes y realizar por su cuenta, cuantas obras sean necesarias para proteger las que construya de las averías y desperfectos que puedan producirse en ellas como consecuencia de voladuras, barrenos, cimentación u otras causas que ocasionen perjuicios a las mismas.

Los gastos que se produzcan por la reparación de las citadas averías y desperfectos correrán a cargo del Contratista.

Artículo 2.12. RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD PÚBLICA

El Contratista deberá atender la tramitación, requisito y fianzas para obtener los permisos y licencias necesarias para la ejecución de las obras, con excepción de las correspondientes a las expropiaciones, o forma de ocupación que proceda, de las zonas afectadas por las mismas.

Así, será de cuenta del Contratista indemnizar a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen con las perturbaciones del tráfico en las vías públicas, la interrupción de servicios públicos o particulares, apertura de zanjas, explotación de canteras, extracción de tierras para la ejecución de terraplenes, establecimiento de almacenes, talleres y depósitos; los que se originen por la habilitación de caminos provisionales, desviaciones de cauces y, finalmente, los que exijan las distintas operaciones que requiera la ejecución de las obras.

En general, es obligación del Contratista causar el mínimo entorpecimiento en el tránsito, señalar debidamente las obras, entibar y acodalar las excavaciones si fuera preciso y, en resumen, adoptar todo género de precauciones para evitar accidentes y perjuicios, tanto a los obreros como a los propietarios colindantes y, en general, a terceros. Las señales utilizadas deberán ser oficiales siempre que sea posible; en caso contrario serán de fácil interpretación.

Las consecuencias que del incumplimiento de este artículo puedan derivarse serán de cuenta exclusiva del Contratista adjudicatario de las obras.

Artículo 2.13. CORRESPONDENCIA OFICIAL

El Contratista tendrá derecho a que se le acuse recibo, si así lo solicita, de las comunicaciones que dirija al Ingeniero Director de la Obra. De igual modo, dicha Dirección vendrá obligada a dar todas sus órdenes por escrito, en los casos en que así lo indique el Contratista.

Artículo 2.14. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA AL FINALIZAR LAS OBRAS

Al finalizar las obras, se obliga al Contratista a demoler a su costa las fábricas que hubiese construido para las instalaciones auxiliares, transportando los productos de dicha demolición al vertedero.

Artículo 2.15. PRUEBAS QUE DEBEN EFECTUARSE ANTES DE LA RECEPCIÓN

Antes de efectuarse la recepción y siempre que sea posible, se someterán todas las obras a pruebas de resistencia, estabilidad, impermeabilidad y funcionamiento, con arreglo al programa que redacte el Ingeniero Director de la Obra o que estén prescritas en las Normas, Reglamentos o Disposiciones aplicables a cada caso.

Las averías, accidentes o daños que se produzcan en las pruebas y procedan de la mala construcción o de falta de precauciones, serán de cuenta del Contratista, quien deberá repararlos dentro del plazo de ejecución de las obras.

Artículo 2.16. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos que origine la reposición parcial o total del replanteo realizado por la Administración, la comprobación y los replanteos parciales, los de construcción,

desmontaje y retirada de toda clase de construcciones auxiliares, los de protección de materiales y la propia obra, los de construcción y conservación de caminos provisionales, desagües, señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de la obra, los de retirada, al finalizar los trabajos, de las instalaciones, herramientas, materiales, etc., la limpieza general de la misma, el montaje, conservación y retirada de las instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesaria para las obras, así como la adquisición de dichas aguas y energía, la retirada de los materiales rechazados, y la corrección de las deficiencias observadas, puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas, que procedan de defectos de materiales o de una mala construcción.

Serán de cuenta del Contratista los gastos de laboratorio y ensayos de las obras, así como las cargas fiscales y parafiscales que se deriven de las disposiciones legales vigentes.

Artículo 2.17. MATERIALES NO ESPECIFICADOS

Los materiales que hayan de emplearse en obra y no estén especificados en el presente Pliego, no podrán ser utilizados sin haber sido aceptados por el Ingeniero Director de la Obra, quien podrá rechazarlos si, a su juicio, no reúnen las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objetivo a que deberán ser destinados y sin que el Contratista tenga derecho en tal caso a reclamación alguna.

Artículo 2.18. MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO

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

El Contratista se atenderá, en todo caso, a lo que por escrito le ordene el Ingeniero Director de la Obra para el cumplimiento de las prescripciones del presente Pliego.

Artículo 2.19. MATERIALES DEFECTUOSOS PERO ACEPTABLES

Si los materiales fueran defectuosos, pero aceptables a juicio de la Administración, se aplicarán con la rebaja de precio que la misma determine sin más opción por parte del Contratista que la de sustituirlos por otros que cumplan las condiciones de este Pliego.

Artículo 2.20. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

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

Artículo 2.21. ENSAYOS Y PRUEBAS DE MATERIALES DE OBRA CIVIL

Los materiales que se empleen en la ejecución de las obras se someterán a las pruebas y ensayos que el Ingeniero Director de la Obra considere conveniente para comprobar que satisfacen las condiciones exigidas.

Los ensayos correspondientes a materiales se realizarán en un Laboratorio que previamente deberá ser aprobado por el Ingeniero Director de la Obra.

Si el resultado del ensayo fuera desfavorable no podrá emplearse en las obras el material de que se trate. Si tal resultado fuera favorable, se aceptará el material, y no podrá emplearse, a menos de someterse a nuevo ensayo y aceptación, otro material que no sea el de la muestra cuyo ensayo hubiera dado resultado favorable, lo cual no eximirá al Constructor de la responsabilidad que como tal le corresponda hasta que se celebre la recepción definitiva de las obras.

Artículo 2.22. ENSAYOS PARA EL CONTROL DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Todos los gastos que se originen con motivo de los ensayos y análisis de materiales, así como de las pruebas para comprobar la calidad de las distintas unidades, realizadas con la frecuencia indicada en este Pliego, o fijadas por el Ingeniero Director de la Obra, serán a cargo del Contratista, no pudiendo sobrepasar este concepto el uno por ciento (1%) del Presupuesto.

Serán asimismo de cuenta del Contratista aquellos ensayos y pruebas exigibles en fábrica o en obra, cuando se produjesen por repetición de algunos que han dado resultados negativos de una parte de obra.

Los ensayos y pruebas que sea preciso efectuar en los laboratorios oficiales como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados de los ensayos realizados en fábrica o a la recepción de material en obra, serán abonados por el Contratista o por la Administración, si como consecuencia de ellos se rechazasen o admitiesen respectivamente los elementos ensayados.

Artículo 2.23. PARTIDAS ALZADAS Y OBRAS NO PREVISTAS EN ESTE CAPÍTULO

En el presupuesto puede incluirse algunas partidas para prever el abono de las unidades que pudieran no estar perfectamente definidas en el Proyecto.

En ningún caso se considerarán de abono obligado, sino que el incluirlas en presupuesto tiene el carácter de crear disponibilidad económica.

El abono de las obras que figuren en dichas partidas a justificar así como las no previstas en este Capítulo, se hará, siempre que sea posible y lógico, utilizando precios del Cuadro de Precios. En caso contrario, se abonarán a los precios que fijase la Administración, previa audiencia del Contratista, y que fuesen aprobados por la Superioridad.

Artículo 2.24. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS

El Contratista será responsable de la ejecución de las obras y de las faltas que en ellas hubiere, sin que sea eximente el hecho de que el Ingeniero Director de la Obra o su representante hayan examinado los materiales y la ejecución, ni que hayan sido incluidos en las certificaciones parciales.

El Contratista quedará exento de responsabilidad cuando la obra defectuosa o mal ejecutada sea consecuencia inmediata y directa de una orden del Ingeniero Director de la Obra.

La demolición y reconstrucción de las partes de la obra que sean defectuosas o estén mal ejecutadas serán de cuenta del Contratista.

Si el Director de la Obra estima que las unidades de obra defectuosas son, sin embargo, admisibles, podrá aceptarlas con la consiguiente rebaja de precios, quedando el Contratista obligado a aceptar los que fije el Ingeniero Director de la Obra, a no ser que prefiera demoler y reconstruir a su cargo dichas unidades.

Artículo 2.25. OBRAS NO ESPECIFICADAS

En la ejecución de fábricas y trabajos para los cuales no existiesen prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego, el Contratista se atenderá a lo que sobre ellos se detalle en los planos, precios o presupuestos, a lo sancionado por la costumbre como reglas de buena construcción y a las instrucciones que por escrito reciba del Ingeniero Director de la Obra.

Artículo 2.26. APLICACIÓN DE LOS CUADROS DE PRECIOS

Para el abono de las unidades de obra, terminadas con arreglo a las condiciones del Proyecto, se aplicarán los precios del Cuadro de Precios número 1. Si existiera discrepancia entre la cuantía expresada en letra y la expresada en guarismos, se tomará la primera.

El Cuadro de Precios número 2 se aplicará cuando, por rescisión u otra causa, fuese necesario el abono de unidades incompletas.

Las definiciones de los precios no citados en los artículos de unidades de obra, se refieren a unidades de obra a realizar y a su abono correspondiente.

En la aplicación de dichos precios está incluido el abono de cualquier operación y material que sean necesarios para la completa realización de la unidad, así como sus pruebas y puesta en condiciones de funcionamiento.

Artículo 2.27. OBLIGACIÓN DE ENTREGAR DOCUMENTACIÓN

El contratista está obligado a entregar a la administración, bien directamente, o bien a la dirección de obra contratada, si la hubiere, los originales de toda la documentación técnica sobre los equipos instalados en la obra, como pueden ser:

- Certificados de calidad
- Certificados de garantía
- Manuales de operación
- Manuales de mantenimiento
- Cuadros de características
- Códigos de programas informáticos
- Licencias de software
- Proyectos de legalización de instalaciones eléctricas o de equipos a presión
- Acta de puesta en marcha ó registro industrial en el caso de líneas aéreas de media tensión, líneas de media tensión subterráneas, centros de transformación e instalaciones de baja tensión

La administración proporcionará por su parte el contratista, cuando corresponda, el libro de mantenimiento y el contrato de mantenimiento, para su legalización, los cuales deberán devolver diligenciados por la autoridad en materia de industria o la compañía eléctrica.

El contratista podrá conservar copia de todos estos documentos para su control de calidad.

No se procederá a la recepción de la obra hasta que toda la documentación técnica original esté en poder de la administración, la cual deberá ser entregada previamente para su examen y comprobación.

Artículo 2.28. EJECUCIÓN DE LAS CONEXIONES A REDES EN SERVICIO

En la ejecución de las conexiones a redes en servicio, el contratista estará obligado a comunicarlo con suficiente antelación al organismo municipal que será quien apruebe su ejecución en forma y fecha y siempre con la autorización expresa del Ingeniero Director de las Obras.

Por tanto la ejecución de esta unidad está supeditada a una serie de condicionantes previos, que el contratista debe conocer, para planificar su ejecución.

Artículo 2.29. CONTROL DE MOVIMIENTOS Y FISURACIÓN EN DEPÓSITOS

Se deberá verificar el asentamiento vertical y horizontal del depósito como ensayo de recepción, realizándose mediciones antes de poner en servicio el depósito, después de haber estado las cámaras llenas durante 7 días y después de haber vaciado las cámaras.

Se realizará una tabulación de los movimientos registrados frente a los niveles de llenado, especialmente en juntas y fisuras importantes. Se realizará una medición de deformaciones en depósito vacío durante varios días para deducir las deformaciones por temperatura.

Se realizará una tabulación previa teórica de deformaciones frente a los niveles de llenado para comparar con las mediciones y poder parar la prueba si los registros son muy superiores.

Se realizará un levantamiento de fisuras, que se materializará en un informe en el que se representarán todas las fisuras en plano indicando localización, fecha de hormigonado, fecha de detección, apertura de fisura y orientación, se realizará un reportaje fotográfico y un análisis de la afección estructural y de estanqueidad.

Se realizará un informe con la metodología utilizada, resultados y aceptación de la estructura o soluciones propuestas.

A juicio del Ingeniero Director de las Obras, en función de las particularidades de la ejecución, podrá modificar este control por otro simplificado o no realizarse.

Artículo 2.30. PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

El contratista estará obligado a realizar las pruebas de funcionamiento y a realizar la puesta en marcha de las instalaciones según las indicaciones particulares que le indique la dirección de obra.

Artículo 2.31. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACION

El contratista estará obligado a realizar un manual con el funcionamiento de la instalación donde se recoja a su vez la documentación de todos los equipos y los planos as built.

Artículo 2.32. CONSIDERACIONES INICIALES EN LA OBRAS A EJECUTAR EN LAS INSTALACIONES ACTUALES DE LA Balsa del SAPO

En este artículo se recogen una serie de aspectos funcionales a tener en cuenta en las Obras promovidas por la CCR Sol y Arena en las Instalaciones actuales existentes en la zona de actuación, para asegurar una mejor gestión de las mismas.

2.32.1. PROPUESTAS DEL CONTRATISTA EN LA FASE INICIAL DE LAS OBRAS

Los Documentos iniciales de Obra que deben ser entregados por el Contratista al principio de las Obras serán:

- Programa o Plan de Trabajo, revisado y actualizado a los objetivos reales de Producción, teniendo en cuenta las restricciones impuestas por la Dirección de Obra (en adelante D.O.). Deberá ir firmado por el Jefe de Obra y sellado por la empresa.
- Plan de Control de Calidad. según lo indicado en el apartado 3 de este artículo.
- Propuesta de ubicación de casetas, almacenes y planteamiento de necesidades de medios.

2.32.2. CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA

En la ejecución de las diversas Obras dentro de las instalaciones existentes, además de cumplir con la Normativa o Legislación Vigente de aplicación para cada Instalación/Equipo, se debe cumplir la propia Normativa Interna o Especificaciones Técnicas propias de la propiedad.

Estas Especificaciones Técnicas pueden sufrir revisiones durante la ejecución de las Obras, debiendo cumplir la empresa Contratista la última revisión en Vigor.

2.32.3. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA

El Contratista propondrá un Plan de Calidad de la Obra con los siguientes aspectos a tener en cuenta.

- Se propondrá un Plan de Calidad de la Obra. tanto para los Ensayos de Obra Civil como para los Programas de Puntos de Inspección (en adelante P.P.I.) de los diferentes Equipos, a realizar por empresas de Control de Calidad Específicas.
- Se presentarán por lo menos TRES (3) empresas de Control de Calidad de Ensayos de Obra Civil, y otras TRES (3) empresas de Control de Calidad de P.P.I. para los Equipos.
- El contenido de la Propuesta del Plan de Calidad, incluirá como mínimo los siguientes puntos:
 - o Listado de Materiales de Obra Civil a Ensayar.
 - o Ensayos a Realizar a los Materiales de Obra Civil.
 - o Listado de Equipos objetos de revisión por el Control de Calidad.
 - o P.P.I. de cada uno de los equipos, tanto en origen como en obra.
 - o Oferta Económica desglosada del Organismo de Control. de los Ensayos o P.P.I. para cada una de las propuestas.

- Será la D.O. quién determine la/s empresa/s específicas de Control de Calidad de la Obra.
- Es necesario que se comunique a los distintos proveedores que los correspondientes equipos que suministrarán serán sometidos en su caso a los pertinentes P.P.I.

2.32.4. APROBACIÓN DE MATERIALES O EQUIPOS A INSTALAR

Para la instalación de Equipos o aplicación de Materiales en las Obras, se necesitará la aprobación previa de la D.O.

Para ello, la forma de proceder será la siguiente:

1. Propuesta de los Materiales o Equipos a emplear por parte del Contratista. Con descripción de las Especificaciones Técnicas, y conforme a las Especificaciones del Proyecto y a la oferta presentada para la licitación.
2. En caso de que la D.O. lo considere necesario, se solicitará más información sobre los equipos o materiales, así como posibles presentaciones/muestras de los mismos.
3. Una vez evaluado la cualificación técnica de los materiales o equipos propuestos, estos serán aprobados o rechazados por parte de la D.O.

2.32.5. APROBACIÓN DE EMPRESAS SUBCONTRATISTAS

Para la realización de aquellos trabajos que no vayan a ser realizados directamente por la empresa adjudicataria de la Obra en cuestión, y que vayan a ser realizados por empresas subcontratistas, se necesitará aprobación previa de la D.O.

Para ello, la forma de proceder será la siguiente:

1. Propuesta de empresa subcontratista con indicación de los trabajos a realizar por la misma, acompañada de dossier de presentación.
2. En caso de que la D.O. lo considere necesario, se mantendrá una reunión para presentación de la empresa propuesta.
3. Una vez evaluado la cualificación técnica y profesional de la empresa propuesta, se aprobará o rechazará por parte de la D.O. la realización de los trabajos por la empresa subcontratista.

Aclaraciones:

1. No podrá iniciar una empresa subcontratista trabajos algunos dentro de las instalaciones existentes sin aprobación previa.
2. Esta aprobación, es independiente de la documentación o aprobación de Prevención de Riesgos Laborales necesaria, que seguirán los trámites pertinentes.

2.32.6. AFECCIONES A LA EXPLOTACIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES.

No podrá realizarse ningún trabajo que pueda afectar a la explotación habitual de la Instalación existente sin la autorización expresa por parte del Jefe de Planta o de la persona encargada de la gestión de la infraestructura.

Para ello todas las actividades que puedan ocasionar afecciones de este tipo, deben ser comunicadas con la suficiente antelación que permita al equipo técnico de la Propiedad determinar la viabilidad de las operaciones y el establecimiento de las medidas necesarias para considerar dichas afecciones.

Artículo 2.33. DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR EN OBRAS CON EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS

2.33.1. OBJETO

El presente artículo tiene como objeto definir la documentación técnica y administrativa que debe ser entregada para equipos e instalaciones electromecánicas, en las obras promovidas por la CCR Sol y Arena, y previa a la recepción de las mismas por la Dirección de Obra.

Asimismo, este artículo establece el formato en que dicha documentación debe ser presentado, con objeto de conseguir una uniformidad estructural, y de este modo facilitar las labores del personal encargado de la explotación y mantenimiento de las instalaciones de la CCR Sol y Arena.

El objeto de este artículo no es la sustitución de otra documentación prescrita por normativa, como pueda ser la "Certificación Final de Obra" o el "Proyecto de Liquidación" con sus correspondientes contenidos, sino complementar a los mismos y fijar los contenidos mínimos de la documentación a entregar por el contratista, previa a la finalización de las obras.

2.33.2. CAMPO DE APLICACIÓN

El campo de aplicación del presente artículo son todos aquellos equipos de carácter electromecánico (bombas, equipos eléctricos, variadores de frecuencia, motores, etc) y las instalaciones en las que se integran como un conjunto.

2.33.3. DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA

La documentación técnica a presentar por la empresa contratista, abarca los siguientes aspectos:

1. Documentación técnica de equipos. Este apartado contempla la recopilación de manuales, programas de mantenimiento, planos, especificaciones técnicas, garantías, etc, de todos los equipos o instalaciones incluidos en la obra.
2. Documentación administrativa. Documentación necesaria para la puesta en marcha administrativa de las instalaciones y/o equipos que sean susceptibles de legalización.

Este punto contempla documentación del tipo:

- Legalizaciones Industriales: (Registro Industrial, Líneas de alta Tensión, Centros de Transformación, Baja Tensión, Aparatos a Presión, Almacenamiento de Productos químicos, etc).
- Legalización de Medio Ambiente: (Productor de residuos peligrosos, Productor de residuos no peligrosos, Emisiones atmosféricas, Autorizaciones de vertido, etc)

3. Documentación de Control de Calidad. Documentación recopilada durante la fase de obra, de las pruebas y verificaciones que se han realizado sobre los diversos equipos/instalaciones. Contempla la documentación relativa a:

- Programas Puntos de Inspección. Corresponden con los documentos de Programas de Puntos de Inspección, realizados por una empresa de Control de Calidad.
- Verificaciones en obra. Corresponden a las verificaciones realizadas por el Contratista en presencia de la Asistencia Técnica a los diferentes equipos/instalaciones.

A) DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS - INSTALACIONES

El contratista entregará, para su revisión tras la finalización de la obra y antes de la firma del Acta de Recepción, el Manual de Operación en el que se recoge la documentación referida en los siguientes apartados relacionados con los equipos.

Los contenidos mínimos de los manuales técnicos o de operación serán:

1.1. Equipos:

Descripción exhaustiva de las características técnicas de los equipos, describiendo sus componentes y la función en el conjunto de cada uno de ellos, y acompañando planos con el esquema funcional de los mismos, conforme al siguiente contenido:

1.1.1. Inventario de equipos:

El Manual de Operación incluirá un Inventario de todos aquellos elementos instalados objeto de la obra. El inventario de equipos irá codificado según las indicaciones de la Dirección de Obra bajo indicaciones de la CCR Sol y Arena. Sin que la relación se considere completa, el inventario deberá comprender, al menos, los elementos siguientes:

- Elementos activos y pasivos de la infraestructura hidráulica: decantadores, reactores, digestores, conducciones, bombas, válvulas de todo tipo, ventosas, desagües, compuertas, etc.
- Instalaciones eléctricas de alta y baja tensión: transformadores, celdas, armarios, cuadros, bandejas, variadores de frecuencia, motores, grupos electrógenos, etc.
- Instalaciones del sistema de telemando y telecontrol: equipos informáticos, SCADA, tarjetas de entradas y salidas, estaciones remotas, etc.
- Instalaciones del sistema de vigilancia y alerta contra incendios o vigilancia y alerta anti-intrusiones.
- Equipamiento administrativo, tipo mobiliario y/o cualquier otro elemento relacionado con la actividad administrativa.
- Equipamiento de taller y utillaje.
- Equipamiento y material de laboratorio.

1.1.2. Documentación del Fabricante:

1.1.2.1. Manuales Técnicos o de Operación de los Equipos.

Se incluirá la documentación técnica entregada por los distintos fabricantes de todos los equipos integrados en la obra ejecutada, acompañados de diagramas y planos de despiece, manuales de operación, manuales de mantenimiento, etc.

El alcance de dicho documento podrá ser completado por la Dirección de Obra cuando la naturaleza del equipo así lo recomiende.

1.1.2.2. Garantías de los Equipos.

Se incluirán los documentos de garantía de todos los equipos integrados en la obra ejecutada. Las garantías irán debidamente firmadas, selladas por el fabricante correspondiente en cada caso, con indicación del plazo de garantía de cada equipo y con la fecha de inicio de la misma.

1.2. Instalaciones:

1.2.1. Instalación eléctrica.

Esquemas eléctricos actualizados: Esquemas Unifilares completos con la siguiente información como mínimo; Aparatación de protección, Potencia, Tensión e Intensidad de los receptores, Número de conductores y sección de los mismos. Esquemas de maniobra así como de direccionamiento de las tarjetas de comunicación con posibles autómatas instalados durante la fase de ejecución de la obra.

1.2.2. Instalación de telemando y telecontrol.

- Descripción exhaustiva de las características técnicas del sistema de telemando y telecontrol, acompañando planos con los diagramas del sistema.
- Manual de la aplicación informática de control del Sistema de adquisición y control de datos (SCADA), describiendo las funciones y manejo de cada uno de los menús gráficos y prestando especial atención a la interpretación de las alertas del sistema.
- Programa comentado del PLC de control, así como del SCADA de gestión.

1.2.3. Instalación Neumática.

Entrega de todos los Esquemas Neumáticos actualizados de la Instalación, esquemas de movimientos secuenciales y esquema de mando y señal.

1.3. Instrucciones de trabajo:

El contratista incluirá en la Documentación Técnica Fin de Obra, Instrucciones de trabajo para los equipos o instalaciones, conforme a las directrices de elaboración de documentación externa de la respectiva Instalación establecidos en el Sistema de Gestión de Calidad de la misma o, según la Instrucción genérica para la elaboración de Procedimientos de Trabajo de la CCR Sol y Arena en vigor a tal efecto en otros casos. Las instrucciones de trabajos se dividirán en dos bloques.

1.3.1. Instrucciones de trabajo para la Operación Normal.

Definiendo, en todos los casos, las verificaciones que preceptivamente deban realizarse antes de cada operación, la secuencia apropiada de operaciones y órdenes desde el sistema de control, las comprobaciones de seguridad y frecuencia de las mismas, y, en su caso, los protocolos de comunicaciones con terceros a seguir:

- Descripción de los modos de funcionamiento de los equipos que conforman la Instalación (automático, manual, etc.)
- Descripción de los equipos que intervienen y su funcionamiento en cada uno de los modos de funcionamiento descritos anteriormente.
- Funciones de control y medición (controles asociados, instrumentación)
- Descripción detallada del funcionamiento: las verificaciones que preceptivamente deban realizarse antes de cada operación, la secuencia apropiada de operaciones y órdenes desde el sistema de control, las comprobaciones de seguridad y frecuencia de las mismas, y, en su caso, los protocolos de comunicaciones con terceros a seguir
- Arranque, operación normal y parada de cada una de los equipos o líneas de tratamiento.
- Procedimiento de llenado y vaciado de tuberías, tanques y depósitos de cualquier tipo.
- Puesta en carga de tuberías, tanques y depósitos después de un vaciado parcial o total.
- Descarga, almacenamiento y manipulación de productos químicos.
- Controles a realizar: Descripción de controles o chequeos periódicos a realizar a los equipos o instalaciones y frecuencia de los mismos.

1.3.2. Instrucciones de trabajo para situaciones de emergencia:

- Descripción de las posibles situaciones de emergencia:
 - o Rotura franca de tuberías.
 - o Fugas en cualquier elemento hidráulico.
 - o Fugas en tanques de almacenamiento de productos químicos.
 - o Cierre imprevisto de compuertas o válvulas de seccionamiento.
 - o Funcionamiento inadecuado o defectos de señal en el sistema de telemando y telecontrol.
 - o Errores en autómatas de control.
 - o Señales de alarma proporcionadas por el sistema de telecontrol.
 - o Interrupción del suministro eléctrico a la Instalación, equipos o procesos.
 - o Alarmas de incendio o de intrusión.
- Descripción de alarmas y/o avisos generados por el equipo/instalación ante las posibles situaciones de emergencia definidas.
- Secuencia de verificaciones y operaciones ante cada una de las situaciones de emergencia señaladas u otras posibles: manuales y automáticas.
- Esquema de comunicaciones y decisiones ante situaciones de emergencia en sus diversos niveles.
- Esquema de comunicación y coordinación con las autoridades competentes y servicios afectados en cada supuesto de emergencia.

B) DOCUMENTACIÓN ADMINISTRATIVA DE LAS INSTALACIONES

El contratista será responsable de la tramitación que, de acuerdo con la normativa sectorial vigente, requiera la normal explotación de la totalidad de las instalaciones construidas, debiendo elaborar, tramitar y obtener las autorizaciones de todo tipo que se requieran para el arranque y puesta en funcionamiento de todas las infraestructuras previstas en la obra.

Ello incluirá la elaboración de proyectos específicos o documentación técnica de cualquier índole (proyectos de legalización de índole eléctrica, de almacenamiento de productos químicos, de aparatos a presión, de protección frente a incendios, etc.) o de la contratación de OCA en caso necesario.

La documentación que se debe entregar en este apartado, es el documento administrativo definitivo de la inscripción o autorización administrativa correspondiente al equipo o instalación en cuestión. Se incluirá además, el proyecto de legalización que haya sido necesario realizar por el contratista, dentro del apartado correspondiente del "Documento nº 3 Documentación Administrativa", fijado en el índice del apartado 4.1. de este documento.

Sin que la relación sea exhaustiva, y con la referencia normativa que se encuentre en vigor en el momento de la entrega de la documentación, se consideran explícitamente incluidas las autorizaciones siguientes:

Industriales

a) Autorización del órgano competente en Registro Industrial, conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 559/2010, de 7 de Mayo, del Reglamento del Registro Integrado Industrial.

b) Autorizaciones del órgano competente en materia de industria respecto a las Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (MIE- RA T).

c) Autorizaciones del órgano competente en materia de industria respecto a las Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (MIE-BT).

d) Autorizaciones del órgano competente en materia de industria para el Almacenamiento de Productos Químicos, conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias: MIE-APQ-1, MIE APQ 2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 Y MIE-APQ-7.

e) Autorizaciones del órgano competente en materia de industria respecto a la Seguridad de Instalaciones Industriales frente a Incendios, conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

f) Autorizaciones del órgano competente en materia de industria respecto a Aparatos a Presión, conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias que resulten de aplicación.

g) Autorizaciones del órgano competente en materia de industria respecto a Aparatos Elevadores, conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (MIE- AEM).

h) Autorizaciones del órgano competente en materia de Instalaciones Petrolíferas para consumo propio, conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1523/1999 por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Petrolíferas aprobado por Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre de técnicas complementarias MI-IP03 aprobada por el Real Decreto 1427/1997, de 15 de septiembre, y MI-IP04, aprobada por el Real Decreto 706/2017, de 7 de julio.

i) Notificación al órgano competente en materia de industria respecto a Control de Riesgos Inherentes a Accidentes Graves, conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de Control de los Riesgos Inherentes a los Accidentes Graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

Medio Ambiente

j) Notificación al órgano competente en materia de medio ambiente respecto a la Gestión de Residuos, conforme a lo dispuesto en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de Residuos y Suelos contaminados. Por ejemplo, se incluyen notificaciones del tipo de uso de Componentes Eléctricos con Policlorobifenilos (PCB), escurridos de reactivos, etc.

k) Notificación del órgano competente en materia de medio ambiente respecto a las autorizaciones ambientales y otras obligaciones de control y suministro de información derivadas de la Ley 4/2009, de 14 de mayo, de Protección Ambiental Integrada.

Aguas

l) Resolución o autorización del órgano competente en materia de agua, conforme a lo dispuesto en el Texto Refundido de la ley 1/2001, y el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril y sus modificaciones posteriores, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

C) DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE CALIDAD

La documentación que debe contener este punto está dividida en dos apartados:

- Documentación de los Programas Puntos de Inspección. Corresponde con la documentación generada por la empresa de Control de Calidad en la realización del seguimiento de los Puntos de Inspección a realizar a los diferentes equipos electromecánicos y/o instalaciones. La documentación a entregar será la siguiente:
 - o Programa de Puntos de Inspección de los diferentes equipos/instalaciones.
 - o Inspecciones realizadas.
 - o Notas de aceptación.
- Documentación de Verificaciones en obra. Corresponde a las verificaciones realizadas por el Contratista en presencia de la Asistencia Técnica. La documentación a entregar será:
 - o Listado de Fichas de Verificación.
 - o Fichas de Verificación firmadas por Contratista y Asistencia Técnica.

2.33.4. FORMATO ENTREGA DE LA DOCUMENTACIÓN

La entrega definitiva de la documentación de obra, se entregará con el siguiente formato:

- Edición impresa:

- Número de copias: 2 copias (una para la Instalación y otra para el Archivo General de la CCR Sol y Arena).
- Cada copia será presentada en un cajón color azul oscuro independiente.
- En la portada del cajón, irá la portada del proyecto de ejecución, con el Epígrafe "Documentación Fin de Obra".
- Dentro del cajón, separado de los distintos tomos que pueda contener, irá pegado en la parte posterior del cajón un índice con el contenido del mismo.
- Siguiendo el índice que se refleja en el apartado 4.1. de este documento, los DVDs entregados por los fabricantes de equipos, irán alojados dentro del apartado de la documentación con índice 1.1.2.1.X.
- Edición digital:
 - Número de copias: 5 copias en DVD, en formato PDF y editable
 - Será presentada en unidades de DVD debidamente etiquetados, con la portada del proyecto de ejecución de la obra, y en el apartado contenido: "Documentación Fin de Obra".
 - Al abrir el DVD de la edición digital, deberán existir dos carpetas llamadas "PDF" y "Editable".
 - Carpeta "PDF":
 - Tendrá el orden del índice indicado en el apartado 4.1.
 - Todos los documentos generados vendrán en formato PDF.
 - Contendrá la diversa documentación técnica, programas informáticos, etc, que pueda ser entregada por los fabricantes de equipos en formato digital (DVD), será copiada dentro de la carpeta del equipo individualizado. De esta forma, al final del documento, en un único DVD, contendrá la totalidad de los manuales de todos los equipos.
 - Carpeta "Editable":
 - Tendrá el orden del índice indicado en el apartado 4.1.
 - Los formatos de los distintos tipos de documentos serán:
 - Documentos de texto: Formato RTF o DOC.
 - Planos: Formato DWG o DXF.
 - Hojas de Cálculo: Formato XLS.
 - Software de Programación: En el formato estándar del fabricante del equipo utilizado por el Autómata de Control o Scada.
 - Presupuestos o mediciones: Formato BC3.

A) ÍNDICE DE LA DOCUMENTACIÓN.

El contenido de la documentación, mantendrá la siguiente estructura:

Documento número 1: Equipos e instalaciones.

1.1. Equipos.

1.1.1. Inventario de equipos.

- 1.1.2. Documentación del fabricante.
 - 1.1.2.1. Manuales Técnicos o de Operación de los Equipos.
 - 1.1.2.2. Garantías de los equipos.
- 1.2. Instalaciones:
 - 1.2.1. Electricidad.
 - 1.2.1.1. Alta Tensión.
 - 1.2.1.2. Baja Tensión.
 - 1.2.2. Telemando y Telecontrol.
 - 1.2.2.1. Características del sistema.
 - 1.2.2.2. Manual de aplicación del sistema.
 - 1.2.2.3. Programación del PLC de control.
 - 1.2.2.4. Programación del SCADA.
 - 1.2.3. Neumática.
- 1.3 Instrucciones de trabajo
 - 1.3.1. Operación normal
 - 1.3.2. Situaciones de emergencia.

Documento número 2: Documentación administrativa.

- 3.1. Industrial
 - 3.1.1. Registro Industrial
 - 3.1.2. Electricidad
 - 3.1.2.1. Alta tensión.
 - 3.1.2.2. Baja Tensión.
 - 3.1.3. Almacenamiento de Productos Químicos.
 - 3.1.4. Aparatos a Presión.
 - 3.1.5. Protección Contra Incendios.
 - 3.1.6. Aparatos elevadores.
 - 3.1.7. Instalaciones Petrolíferas.
 - 3.1.8. Control de Riesgos de Accidentes Graves.
- 3.2. Medio Ambiente
 - 3.2.1. Residuos Peligrosos.
 - 3.2.2. Residuos No Peligrosos.

3.3. Aguas

3.3.1. Autorizaciones de vertido.

3.3.2. Autorizaciones de obra en cauce.

3.3.3. Concesiones administrativas.

Documento número 3: Documentación de Control de Calidad.

4.1. Documentación de los Programas Puntos de Inspección.

4.2. Documentación de Verificaciones en obra

Cualquier otro documento no contemplado en este índice, será incluido a continuación de los subíndices marcados.

Dentro del índice establecido, si existe más de un documento dentro de ese apartado, la documentación será presentada ordenada, empezando por el último documento del expediente administrativo correspondiente.

CAPITULO III. CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES QUE HAN DE CUMPLIRSE EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

En el presente capítulo se desarrollan los aspectos más relevantes relacionados con la gestión medioambiental que deben aplicarse a las distintas actividades de obra. Deben entenderse como especificaciones técnicas mínimas que deben complementarse con propuestas específicas para las obras objeto del presente contrato. En cualquier caso será de aplicación la normativa vigente.

Artículo 3.1. REDUCCIÓN DE LOS NIVELES DE POLVO Y RUIDO OCASIONADOS POR EQUIPOS Y MAQUINARIA

3.1.1. REDUCCIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO

Las medidas a llevar a cabo para que el nivel de ruido no presente ningún tipo de problema ni interno ni externo son las siguientes:

A) CONTROL DE LA MAQUINARIA DE OBRA

Se comprobará que toda la maquinaria ha superado la Inspección Técnica de Vehículos (ITV), dentro de los plazos estipulados por la normativa vigente.

Se deberán insonorizar los compresores y la maquinaria de las obras, llevando a cabo un correcto mantenimiento de los mismos. Los vehículos con motor de combustión interna irán dotados de los oportunos silenciadores homologados.

Se revisarán periódicamente los motores, silenciadores, rozamientos en rodamientos y engranajes.

Cumplimiento de las ordenanzas municipales de ruido.

Respetar los valores límite de potencia acústica determinados por el Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre. Así mismo cumplirá las Directivas Europeas que establecen los límites de potencia sonora. La maquinaria puesta en servicio llevará el marcado CE correspondiente.

Se fomentará la sensibilización de los trabajadores y operarios respecto a los problemas ambientales, para que ejerzan el máximo control posible sobre la emisión de ruidos a la hora de manejar la maquinaria y equipos que se les asignen. Para ello deberán adecuar la potencia exigida a los motores al trabajo que en cada momento estén realizando.

En el caso necesario de exceder los niveles acústicos máximos admisibles se deberán disponer pantallas acústicas temporales y/o evitar la simultaneidad de dos o más actividades ruidosas en la zona afectada.

Comprobar periódicamente la potencia acústica de la maquinaria empleada mediante sonómetros. Evitar concentraciones de equipos y obras en un mismo punto, salvo que sea estrictamente necesario.

B) LIMITACIÓN DE HORARIOS

Para minimizar el impacto sonoro sobre la población, la actividad se realizará en periodo diurno, es decir, entre las 8 y las 22 horas. Durante este periodo la máxima emisión de ruido será inferior a 65 dB(A)Leq. Si fuera necesario ampliar el horario de actividad al período nocturno, la emisión de ruido no excederá de 55 dB (A)Leq. Se respetará la normativa local.

C) LIMITACIÓN DE VELOCIDAD

Se limitará la velocidad de circulación de los vehículos en el transporte de materiales, a su paso por zonas habitadas, con objeto de minimizar el ruido y así evitar en la medida de lo posible, molestias a la población.

También se limitará la velocidad de circulación en caminos que atraviesen entornos naturales, a fin de reducir las molestias y perjuicios a la fauna.

D) DISMINUCIÓN DE VIBRACIONES

Todo elemento con órganos móviles se mantendrá en perfecto estado de conservación, principalmente en lo que se refiere a su equilibrio dinámico y estático, así como la suavidad de marcha de sus cojinetes o caminos de rodadura.

Las máquinas de arranque violento, las que trabajen por golpes o choques bruscos y las dotadas de órganos con movimiento alternativo, deberán estar ancladas en bancadas independientes, aisladas mediante materiales absorbentes de la vibración. Esto se tendrá en cuenta para trabajos localizados a menos de 250 m de núcleos habitados.

Los conductos por los que circulen fluidos líquidos o gaseosos de forma forzada, conectados directamente con máquinas que tengan órganos en movimiento, dispondrán de dispositivos de separación que impidan la transmisión de las vibraciones generadas en tales máquinas. Las bridas o soportes de los conductos tendrán elementos antivibratorios. Las aberturas de los muros para el paso de las conducciones se rellenarán con materiales absorbentes de la vibración.

3.1.2. REDUCCIÓN DE LOS NIVELES DE POLVO

Durante la fase de construcción se produce un incremento de las emisiones de partículas de polvo, producido como consecuencia de la ejecución de todas aquellas actividades que requieran movimientos de tierras. Estas actuaciones repercutirán de forma negativa en la calidad del aire del área afectada, así como en la de sus inmediaciones.

Durante la ejecución de dicha fase será necesaria la aplicación de las siguientes medidas, destinadas a reducir los efectos que este tipo de emisiones pueden generar:

- Riegos periódicos sobre la superficie de trabajo con tierras sueltas y los caminos de tierra presentes en la zona de obras, con el objetivo de reducir las emisiones de partículas de polvo, procedentes de la circulación de vehículos y de maquinaria de obra.
- Además del riego de los caminos de tierra, se deberá regar también aquellos puntos donde se depositen materiales extraídos del terreno.

- Respecto a la periodicidad de dichos riegos, éstos se efectuarán con el objetivo de que se mantengan húmedas las superficies citadas anteriormente, por lo que se realizarán en función de las condiciones del suelo y la climatología de cada momento.
- Estos riegos serán realizados por camiones cisterna.
- Cubrir los camiones que transporten materiales susceptibles de generar polvo así como los materiales almacenados en obra (acopios), mediante lonas o sistemas equivalentes (humidificación de acopios de tierras).
- Se limitará la velocidad de los vehículos al circular por vías sin asfaltar, lo que también reducirá la contaminación acústica.
- Lavar las ruedas de los vehículos de trabajo antes del acceso a las vías públicas.
- Realizar demoliciones secuenciales.
- Detener las operaciones que produzcan polvo cuando haya presencia de fuertes vientos (velocidades mayores de 60 km/h).

Artículo 3.2. OTRAS MEDIDAS PREVENTIVAS DURANTE LAS OBRAS

3.2.1. PROTECCIÓN DEL SUELO

- Delimitar los perímetros de actividad de la obra ajustándose a lo recogido en el proyecto.
- Recuperación y utilización de la capa superior de tierra vegetal: se realizará una retirada selectiva de la tierra vegetal tras el desbroce y antes del inicio del movimiento de tierras. Se acopiará debidamente y una vez terminados los trabajos se volverá a colocar la misma donde le corresponda.
- Acondicionamiento de los suelos compactados durante la obra devolviéndolos a su estado original.
- Las tierras excedentes, escombros, desbroces y otros residuos se llevarán a vertedero autorizado, siguiendo las indicaciones del Plan de Gestión de Residuos del proyecto.
- Gestión de los suelos y escombros contaminados durante la ejecución de la obra. Deberá disponerse de un plan de Gestión de dichos residuos que permita un total control de los mismos.
- Acondicionar lugares para la estancia, lavado y limpieza de los vehículos y maquinaria de la obra, que estén aislados del suelo para evitar derrames de aceites u otros contaminantes.

3.2.2. PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

- Protección de las aguas continentales: se deberán evitar los derrames de sustancias contaminantes (vertidos accidentales) que puedan infiltrarse en el suelo y provocar daños en las aguas subterráneas existentes en la zona. Se deberá vigilar periódicamente la maquinaria con el fin de detectar posibles fugas.
- Control de vertidos: Se habilitarán zonas de reparación, estacionamiento y o limpieza de vehículos en las que la superficie de trabajo se encuentre aislada de terreno circundante evitando la infiltración de cualquier contaminante en el subsuelo.
- Control de las aguas sanitarias y consumos de agua de la obra: se deberá tener autorización para la captación de aguas y se deberán retirar mediante proceso certificado los residuos

derivados de cualquier fosa séptica, váter químico o equivalente que se emplee en la obra, así como de aguas contaminadas por limpieza de maquinaria.

- Se deberán almacenar correctamente los aceites y otros productos líquidos que puedan contaminar las aguas, para ser llevados a los vertederos de seguridad donde serán tratados.

3.2.3. PROTECCIÓN DE LA FLORA

- Determinar zonas de exclusión para evitar los posibles daños a la vegetación colindante de la zona de actuación.
- Trasplantar las unidades de vegetación más importantes que se encuentren en la zona de actuación, ubicándolas en hábitats de condiciones similares a los que se encontraban, siempre con las indicaciones de los técnicos competentes.
- Descompactar el suelo por el que hayan transitado los vehículos durante la obra y reponer las especies vegetales afectadas durante la ejecución de la misma.
- Restituir la zona dañada durante la ejecución de las obras mediante la reforestación de las especies vegetales autóctonas pertinentes siguiendo las indicaciones del Estudio de Impacto Ambiental o del correspondiente anejo de Integración ambiental y paisajística del proyecto.
- Realizar todas las medidas correctoras que indique el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto, la Declaración de Impacto Ambiental o cualquier Resolución de la Autoridad Medioambiental Competente referente a la obra en cuestión.

3.2.4. PROTECCIÓN DE LA FAUNA

Se deberá evitar que a causa de las actividades de la obra la fauna de la zona se vea alterada tanto en su número como en su ciclo vital, mediante la adopción de las siguientes medidas:

- Cuando las obras se lleven a cabo en una zona protegida o en las inmediaciones de la misma (LIC o ZEPA) no se podrán realizar trabajos en los meses de reproducción de los animales y de nidificación de las aves presentes en el entorno (dicho periodo vendrá determinado en la correspondiente Declaración de Impacto Ambiental o en el correspondiente Anejo de Integración Ambiental).
- Se comprobará antes de los inicios de los trabajos la no presencia de fauna en el lugar de actuación y en caso de encontrarse se deberá ubicar en un lugar fuera de peligro y con características similares al nicho en el que se encontraban inicialmente.
- Controlar la velocidad en las vías y accesos para evitar atropellos. Habilitar pasos y señalizaciones adecuados que permitan la circulación de la fauna a ambos lados de la obra de manera que no se creen barreras para su desplazamiento por el entorno natural.
- En los proyectos en los que se deban instalar líneas eléctricas de media tensión que estén cerca de zonas de nidificación o campeo de aves se deberán disponer las medidas de protección de las mismas que sean pertinentes, tales como balizado de cables, aislamiento de cables, etc.

3.2.5. PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL

- Realizar un seguimiento arqueológico de las obras ajustándose a las prescripciones del Estudio de Impacto Ambiental, poniendo especial interés en la vigilancia de restos

arqueológicos y culturales, que en caso de aparecer deberán ser catalogados y tratados según indiquen las Autoridades Competentes que obligatoriamente deberán ser informadas.

Artículo 3.3. REDUCCIÓN DE LA GENERACIÓN Y DE LA PELIGROSIDAD DE LOS RESIDUOS

La correcta gestión de residuos se realizará desde su origen. Todos los agentes que intervienen en la ejecución de la obra deberán velar por la utilización de materiales y productos que sean ambientalmente adecuados. Se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Se procurará la minimización de residuos.
- La adquisición de materiales se ajustará a las necesidades de la obra para evitar los excedentes de material.

Los materiales se seleccionarán atendiendo a los siguientes criterios:

- Materiales de la mayor durabilidad posible.
- Materiales del menor mantenimiento posible.
- Materiales simples, preferiblemente de un único componente (evitar en lo posible materiales compuestos).
- Materiales fáciles de reciclar.
- Materiales que provengan de procesos de reciclado y/o reutilización.
- Materiales que no contengan sustancias peligrosas para la salud o el medio ambiente.
- Materiales de la máxima eficacia energética posible.
- Materiales de la mayor salubridad posible, tanto para el personal durante la ejecución, como para los usuarios.
- Materiales procedentes de ubicaciones o almacenes lo más próxima posible a la obra, al objeto de minimizar los impactos derivados del transporte.

Siempre que sea posible y adecuado, se emplearán pinturas y barnices de base acuosa en lugar de base disolvente; en todo caso, deberá llevar etiqueta ecológica europea, siempre que esté disponible.

Se prohíbe la utilización de maderas creosotadas, así como de las tratadas con CCA (cobre-cromo-arsénico). Se evitará siempre que sea posible utilizar maderas tratadas con permetrín. Se procurará utilizar maderas no tratadas o, si lo están, que sea con compuestos de baja peligrosidad para el medio ambiente y para la salud humana (existen, por ejemplo, compuestos del boro y del zinc que cumplen estos requisitos y que protegen adecuadamente la madera; en menor medida, también es aceptable la diclorofluanida).

Se priorizarán materiales con menor volumen de embalajes.

Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.

Se formará al personal de obra en la prevención en la generación de residuos y en la correcta gestión de los mismos.

En la obra se procederá a la reutilización de todos aquellos materiales y elementos que así lo permitan.

Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palets, se evitarán su deterioro y se devolverán al proveedor.

Se optimizará el empleo de materiales, especialmente aquellos con mayor incidencia en la generación de residuos.

Los materiales prefabricados, por lo general, optimizan especialmente el empleo de materiales y la generación de residuos, por lo que se favorecerá su empleo.

Se vaciarán por completo los recipientes y envases antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.

En la medida de lo posible se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.

Artículo 3.4. USO DE MATERIALES RECICLABLES, REUTILIZABLES O VALORIZABLES

Siempre que sea admisible y compatible con la calidad de los trabajos, se deberán utilizar materiales con un alto porcentaje de masa reutilizable, reciclable o valorizable.

De entre los materiales, productos, equipos, materias primas existentes en el mercado, se seleccionarán aquellos que garanticen el reciclado de los mismos una vez cumplida su función, siempre que los costes y el transporte sean compatibles con la viabilidad de la obra.

Se priorizará la compra de materiales que puedan ser destinados a procesos de reciclaje y/o reutilización.

Se escogerán elementos prefabricados reutilizables para el cerramiento y protección de la obra.

La recuperación de materiales de construcción debe venir reflejado en el estudio de gestión de residuos (Real Decreto 105/2008). Para ello se estudiarán las características de los residuos, con el fin de identificar su destino más idóneo para poder ser reutilizados, estos materiales cumplirán los requisitos especificados en las correspondientes Normas Técnicas y en el Pliego

La tierra vegetal excavada se conservará para su posterior utilización en las labores de revegetación.

Los residuos procedentes de pavimentos asfálticos degradados pueden reutilizarse para la construcción de nuevos firmes, o ser empleados para rellenos y terraplenes.

En el caso de tener que recurrirse a la demolición de alguna parte de la obra, ésta deberá hacerse empleando criterios de construcción que favorezcan la clasificación de los correspondientes residuos, favoreciendo así su posterior reciclado.

La valorización de escombros generados durante la obra se podrá realizar mediante el uso de maquinaria móvil adecuada para la trituración de escombros y su reutilización, por ejemplo en rellenos. En su defecto, se identificarán las plantas fijas de valorización más cercanas a la obra, así como plantas de transferencia y plantas de selección y transferencia de RCDs, y se destinarán siempre que sea posible los RCDs a dichas plantas.

Artículo 3.5. USO DE MATERIALES PROCEDENTES DE PROCESOS DE RECICLADO

Es necesaria la integración de los criterios ambientales en la elección de los materiales de construcción para una correcta gestión ambiental de los mismos. Esta elección ha de hacerse mediante un balance entre sus características constructivas y medioambientales, priorizando siempre la utilización de materiales reciclados o reutilizados.

Se priorizará la compra de materiales que provengan de procesos de reciclaje y/o reutilización.

Se utilizarán contenedores fabricados con material reciclado.

Se escogerán materiales y productos ecológicos con certificaciones o distintivos que garanticen una menor incidencia ambiental, preferentemente la Etiqueta Ecológica Europea.

Se dará preferencia a aquellos proveedores de materiales que informan al usuario de las características que los componen y del porcentaje de material reciclado que incorporan.

Se exigirá al fabricante el suministro de productos que dispongan del marcado CE.

El constructor procurará, en su caso, el empleo de materiales reciclados, especialmente en el caso de los áridos para la fabricación del hormigón, conforme a los criterios establecidos en el Código Estructural. Asimismo, siempre que sea posible, dispondrá las instalaciones que permitan el empleo de aguas recicladas procedentes del lavado de los elementos de transporte del hormigón, en los términos que se indican en el Código Estructural.

Artículo 3.6. PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Según el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) con arreglo a la Ley 7/2022 de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, el productor de los residuos debe incluir un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con los contenidos mínimos que indica el citado Real Decreto.

El licitador designará un responsable de residuos para el conjunto de las obras, que se encargará de la coordinación en la gestión general de los residuos.

Se llevará un registro de los residuos generados, en el que se indicará las cantidades, naturaleza, código LER (Lista Europea de residuos), tipo de gestión realizada, destino final, incidencias, etc.

Todos aquellos residuos que sean entregados a un transportista autorizado para que éste se haga cargo de su traslado a una empresa de gestión de residuos darán lugar a la cumplimentación de la Hoja de Control y Seguimiento de acuerdo con lo estipulado en la legislación vigente. Dicho documento será firmado por el responsable de residuos de la empresa constructora y de la empresa transportista.

Todos aquellos residuos entregados a un gestor autorizado darán lugar a la correcta cumplimentación de la Hoja de Aceptación correspondiente de acuerdo con la legislación vigente. Dicho documento será firmado por el responsable de residuos de la empresa constructora y de la empresa de gestión de residuos.

Cuando la fase de ejecución genere residuos clasificados como peligrosos, de acuerdo con lo establecido en la Ley 7/2022 de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, el Constructor deberá separarlos respecto a los no peligrosos, acopiándolos por separado e identificando claramente el tipo de residuo con su código LER, la codificación establecida en el Real Decreto 833/1988 y su fecha de almacenaje. Los residuos peligrosos no podrán ser almacenados más de seis meses en la obra.

Los residuos deberán ser retirados de la obra por gestores autorizados, quienes se encargarán, en su caso, de su valorización, reutilización, vertido controlado, etc. Siempre que sea posible, los residuos se entregarán a gestores que realicen operaciones de valorización con ellos, antes que a otros que vayan a destinarlos a eliminación.

Se planificará, desde el comienzo de la obra, la contratación de uno o varios gestores autorizados para la recogida de residuos al objeto de evitar almacenamientos innecesarios.

Se prestará especial atención al derrame o vertido de productos químicos (por ejemplo, líquidos de batería) o aceites usados en la maquinaria de obra. Igualmente, se deberá evitar el derrame de lodos o residuos procedentes del lavado de la maquinaria que, frecuentemente, pueden contener también disolventes, grasas y aceites.

En el caso de producirse alguna situación accidental que provoquen afecciones medioambientales tanto al suelo como a acuíferos próximos (vertidos accidentales de hormigones, de aceites, combustibles, desencofrantes, etc.), el constructor deberá sanear el terreno afectado y solicitar la retirada de los correspondientes residuos por un gestor autorizado. Se vigilará especialmente que éste no alcance acuíferos y cuencas hidrológicas, al mar y a las redes de saneamiento, adoptándose las medidas previas o posteriores necesarias para evitarlo (como por ejemplo, la impermeabilización del suelo de las zonas de mantenimiento y acopio de residuos o la disposición del material absorbente necesario).

La segregación en origen de los residuos es fundamental para la optimización de la gestión posterior de los mismos. Los residuos generados se clasificarán según su naturaleza facilitando la posible reutilización y/o valorización de los distintos materiales.

Se adecuarán para el acopio de los distintos tipos de residuos zonas específicas (puntos limpios) que se delimitarán y señalarán debidamente impidiendo que puedan mezclarse unos con otros. Durante el periodo de ejecución de las obras, se habilitarán recipientes destinados al almacenamiento provisional de los residuos peligrosos que se puedan generar, los cuales deberán cumplir con las condiciones establecidas por la legislación vigente.

Se intentará situar las áreas destinadas al almacenamiento temporal de sustancias y residuos peligrosos, alejadas del tránsito de maquinaria, evitando la circulación cerca de las mismas.

Se debe delimitar e identificar el área de almacenamiento con barreras físicas (cintas de plástico, vallas, etc.) y carteles indicativos de peligro.

El área a acondicionar deberá tener el suelo aislado y con una ligera pendiente que conduzca los vertidos hacia una zona controlada, para evitar la contaminación del terreno y de las aguas subterráneas en caso de derrame. Además, deberá estar cubierta.

Las sustancias peligrosas y los residuos peligrosos líquidos deberán almacenarse en contenedores, bidones, tanques, etc., herméticos que no tengan fisuras ni pérdidas.

Los bidones, latas, garrafas, etc. deberán estar perfectamente cerrados, lo mismo que las válvulas de los depósitos.

Los tanques fijos de superficie, en caso de ser necesario dispondrán de protección mecánica contra impactos exteriores. Los tanques de simple pared estarán contenidos en cubetos.

Dichas unidades se transportarán siempre vacías de producto. El conjunto del recipiente de almacenamiento - equipo de suministro, contará con un certificado de conformidad a normas expedido por un Organismo de Control Autorizado.

Los depósitos no se situarán en zonas sensibles (márgenes de cauces, suelos permeables situados sobre acuíferos,...).

No debe almacenarse ningún tipo de materiales ni envases de combustibles, llenos o vacíos, dentro de los cubetos.

Los cubetos no deberán tener ningún tipo de agujero o desagüe porque de lo contrario no desarrollarían su labor de contención.

Si los cubetos se llenan con agua, como consecuencia de una lluvia, se deberá retirar el contenido y tratarlo como residuo peligroso, antes de que rebose.

Los cubetos tendrán como mínimo una capacidad igual al mayor de los estanques incorporados al sistema.

Se deberá mantener la maquinaria en buenas condiciones y realizar revisiones periódicas, para evitar derrames de sustancias peligrosas por rotura, tanto para la maquinaria propia como para la subcontratada.

La limpieza de las cubas de hormigón se hará en las plantas de origen, si esto no fuera posible se determinará la localización de las zonas de lavado, estas serán balsas excavadas en el terreno con recubrimiento impermeable y de dimensiones adecuadas para el volumen previsto. El terreno donde se ubique las balsas será restaurado a su condición original tras las obras, incluyendo la vegetación suprayacente si la hubiera.

Se vigilará que la totalidad del personal y subcontratas de la obra cumplan las exigencias medioambientales definidas por el Constructor.

Se incluirán los criterios medioambientales en el contrato con los subcontratistas, definiendo las responsabilidades en las que incurrirán en el caso de incumplimiento. En todo caso, se recuerda que el responsable ante la administración es el contratista, no los subcontratistas.

Se evitará el deterioro de los materiales contenidos en sacos de papel, como por ejemplo el cemento, mediante un sistema de almacenamiento bajo cubierta que evite su meteorización y posterior transformación en residuo.

Se gestionarán adecuadamente las piezas que componen los encofrados y las cimbras, evitando que posteriores operaciones de la maquinaria de movimiento de tierras las incorporen finalmente al suelo.

Se dispondrán acopios en la obra de forma que se utilicen lo antes posible y ubicados con la mayor proximidad a las zonas donde se vayan a emplear en la obra.

Se procurará que el montaje de las armaduras se lleve a cabo únicamente en zonas específicas para evitar la aparición incontrolada de alambres en los paramentos del elemento de hormigón correspondientes con los fondos de encofrado.

Los posibles destinos finales para los sobrantes de tierras serán, en orden de preferencia:

- Reutilización en la propia obra
- Revalorización por gestor de residuos autorizado
- Huecos de los frentes agotados de las canteras y yacimientos utilizados en las obras próximos al ámbito de actuación
- Uso en rellenos en obras públicas ejecutadas en el entorno
- Depósito en vertedero de inertes, localizado lo más próximo posible de las obras

Artículo 3.7. CERTIFICACIÓN DE LOS MEDIOS EMPLEADOS Y MEDIDAS ADOPTADAS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS

La persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Ley 7/2022 de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

El contratista estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos.

Artículo 3.8. MEDIDAS A ADOPTAR EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan. El depósito temporal de los escombros, se realizará en contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionados que establezcan las ordenanzas municipales.

Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	1,00 T
Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

En el caso en el que los residuos se depositen en acopios, también deberán estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15cm a lo largo de todo su perímetro. En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. Esta información también deberá quedar reflejada en otros medios de contención y almacenaje de residuos.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.

En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente.

Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.

La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales. Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Ley 7/2022 de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligrosos o no peligrosos. En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.

Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros.

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

Artículo 3.9. ORDEN Y LIMPIEZA DE LAS OBRAS

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Artículo 3.10. OTRAS ESPECIFICACIONES

Otras especificaciones técnicas mínimas de carácter medioambiental son las siguientes:

- La madera utilizada en la obra, sea para elementos finales como para medios auxiliares de obra, contará con sello FSC o PEFC, que garantizan su procedencia de una gestión forestal sostenible.
- Se gestionará adecuadamente el consumo energético de la obra, procurando la contratación inmediata de sistemas de medición de los consumos que permitan conocer estos a la mayor brevedad, evitando además el empleo de grupos electrógenos que provocan un mayor impacto medioambiental. Se procurará la reducción del consumo de combustibles fósiles, fomentando el empleo de energías alternativas.
- Se utilizarán medios de transporte con el menor consumo posible teniendo en cuenta la utilización que vaya a darse a los distintos vehículos.
- Se procurará minimizar el consumo de combustible mediante la limitación de las velocidades de la maquinaria y elementos de transporte por la obra, realizando un mantenimiento adecuado y mediante el fomento del empleo de vehículos de bajo consumo.
- Cuando sea técnicamente adecuado, se respetará el siguiente orden de preferencia en el empleo de plásticos: 1º polietileno y polipropileno, 2º poliestireno, y 3º PVC y poliuretano.
- Todo el personal que participe en el contrato recibirá la formación necesaria para cumplir con lo preceptuado en estas especificaciones técnicas, en la normativa ambiental y en el proyecto. Por ejemplo, se incluye la formación necesaria sobre el procedimiento de gestión de residuos en la obra, normas de seguridad a respetar, etc., todo ello en función de las distintas funciones y responsabilidades del personal participante en los trabajos del contrato.

CAPITULO IV. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA OBRA CIVIL

Artículo 4.1. DESBROCE DEL TERRENO

4.1.1. EJECUCIÓN

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficiente, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Ingeniero Director de la Obra.

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.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con el suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan las menores molestias posibles a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

Será el Ingeniero Director de la Obra el que estime la necesidad de talar y desbrozar toda la zona de expropiación así como en la zona de ocupación temporal de los terrenos.

4.1.2. MEDICIÓN Y ABONO

La medición del despeje y desbroce se hará por los metros cuadrados (m²) de superficie despejada y desbrozada, a satisfacción del Ingeniero Director de Obra, en las áreas ordenadas por él y cuando dichas áreas correspondan a zonas ocupadas por las estructuras permanentes de las obras. No se hará, por tanto, medida ni, consecuentemente, abono por el despeje y desbroce en las áreas de préstamo o canteras, instalaciones del Contratista oficinas, etc.

El abono se hará mediante la aplicación de los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos. Dicho precio incluirá, la compensación total por todos los trabajos que el Contratista realice para la ejecución del despeje y desbroce, tala de árboles, según lo especificado, incluyendo las operaciones de adecuación y conservación de las áreas de desecho, para evitar que los productos allí apilados, sean erosionados o arrastrados por las aguas procedentes de lluvias y de escorrentías superficiales.

Se incluye igualmente la carga y el transporte de la tierra vegetal a caballo (acopio temporal) si fuese necesario para reservar su integridad hasta cualquier distancia.

Una vez terminadas las obras, será imprescindible devolver la tierra vegetal al lugar donde se saco, dejando las parcelas en idéntica situación al estado original de las mismas, incluso su reposición en la zona con nivelación final y reconstrucción de bancales. Todas estas operaciones están incluidas en el precio del desbroce.

Igualmente incluirá para la carga y transporte, el canon de vertido, vertido, impuestos o tasas en su caso en los vertederos que sean necesarios para los sobrantes del material.

Artículo 4.2. DEMOLICIONES

4.2.1. EJECUCIÓN

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Derribo de materiales.
- Retirada de los materiales de derribo.

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

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan las menores molestias posibles a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

4.2.2. MEDICIÓN Y ABONO

Las demoliciones de obras de fábrica, estructuras, macizos, etc. De cualquier material y que se medirán por metros cúbicos (m³) de volumen de elemento previo a la demolición, descontando los espacios interiores, realmente ejecutado, cuyas dimensiones habrán sido tomadas inmediatamente antes de la ejecución de las obras.

Incluirán el desmontaje de todos los elementos existentes (paredes, puertas, ventanas, cubiertas, tejados, suelos, fontanería, instalaciones, etc.) realmente ejecutados y medidos en obra.

La demolición de cada tipo de firme se medirá por metros cuadrados (m²) de superficie, realmente ejecutados y medidos en obra.

El desmontaje de tuberías, vallas, barreras de seguridad y el desguace de vías se abonarán por metros (m) realmente ejecutados.

El desmontaje de elementos de señalización, el descabezado de pilotes y el desmontaje de torres, piezas especiales de tuberías, carretes, válvulas, báculos y pórticos de alumbrado, se abonarán por unidades (ud)

El abono se hará mediante la aplicación de los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.. Dicho precio incluirá, la compensación total por todos los trabajos que el Contratista realice para la ejecución de la demolición y desmontajes, según lo especificado, incluyendo las operaciones de adecuación y conservación de las áreas de demolición y acopios temporales, para evitar que los productos allí apilados, sean erosionados o arrastrados por las aguas procedentes de lluvias y de escorrentías superficiales.

Se incluye igualmente la carga y el transporte de residuos a caballero (acopio temporal) a cualquier distancia, si fuese necesario para reservar su integridad.

Incluso carga de los productos resultantes, transporte a cualquier distancia y descarga en vertedero autorizado incluyendo canon de vertido e impuestos o tasas.

Artículo 4.3. EXCAVACIONES EN ZANJA

4.3.1. EJECUCIÓN

El Contratista someterá a la aprobación del Director de Obra los planos de detalle que muestran el método de construcción propuesto por él.

Las excavaciones se ejecutarán ajustándose a las dimensiones y perfilado que consten en el Proyecto o que indique el Director de Obra. Cuando sea preciso establecer agotamientos, éstos serán por cuenta del Contratista.

Si fuese indispensable, para excavar excesos de excavación inadmisibles, podrá el Director de Obra prescribir las entibaciones correspondientes que el Contratista habrá de emplear sin que por tal concepto pueda exigir aumento sobre los precios de excavación estipulados por el Proyecto.

Por otra parte, el Contratista está obligado al empleo de las entibaciones necesarias para garantizar la seguridad de la obra, sin esperar a indicaciones concretas del Ingeniero Director, siempre que la calidad de los terrenos o la profundidad de la excavación lo aconseje; siendo de su plena responsabilidad la retirada de los desprendimientos que pudieran producirse y los rellenos consiguientes, así como los posibles accidentes laborales que por incumplimiento de lo preceptuado pudieran producirse.

No se permitirá tener la zanja abierta a su rasante final más de ocho días antes de la colocación de la tubería. Si fuese absolutamente imprescindible efectuar con más plazo la apertura de las zanjas, se deberán dejar sin excavar unos veinte (20) centímetros sobre la rasante de la solera para realizar su acabado en plazo inferior al citado.

No se procederá al relleno de zanjas o excavaciones, sin previo reconocimiento de las mismas y autorización del Ingeniero Director de las obras.

El Contratista dispondrá los medios de achique necesarios para la realización de las obras; también deberá ejecutar y conservar los elementos de drenaje superficial necesarios, a juicio de la Dirección de las Obras, para garantizar una buena captación de las aguas de lluvia, de forma que se mantengan en buenas condiciones los tajos de obra.

La geometría de la zanja y la pendiente de los taludes se ajustarán a lo definido en los planos del Proyecto y en el anejo nº 4 de "Geología y Geotecnia".

La ejecución de las zanjas se ajustará a las siguientes normas:

- Se marcará sobre el terreno su situación y límites que no deberán exceder de los que han servido de base a la realización del proyecto.
- Los materiales procedentes de la excavación de la zanja se acopiarán a los lados de la misma para su posterior utilización en la formación de rellenos, caso de que cumplan las condiciones exigidas para ello, extendiéndose los sobrantes en las inmediaciones de la obra o serán depositados en los lugares que, propuestos por el Contratista, apruebe el Director de la Obra.

- Las tierras procedentes de las excavaciones se depositarán a una distancia mínima de dos metros (2 m) del borde de las zanjas y a un solo lado de éstas y sin formar cordón continuo, dejando los pasos necesarios para el tránsito general, todo lo cual se hará utilizando pasarelas rígidas sobre las zanjas.
- La tierra vegetal procedente de la capa superior de las excavaciones no podrá utilizarse para el relleno inicial de las zanjas, debiendo transportarse a acopio, vertedero o lugar de empleo. El Director de las obras fijará el límite de excavación a partir del cual la tierra excavada podrá conservarse en las proximidades de las zanjas para ser utilizadas en el relleno de las mismas, transportándolos directamente desde la zona de excavación a la de utilización más próxima.
- Se tomarán precauciones precisas para evitar que las aguas inunden las zanjas abiertas.
- Deberán respetarse cuantos servicios y servidumbres se descubran al abrir las zanjas, disponiendo los apeos necesarios. Cuando hayan de ejecutarse obras por tales conceptos, lo ordenará el Director de las obras.
- Los agotamientos que sean necesarios se harán reuniendo las aguas en pocillos construidos fuera de la línea de la zanja y los gastos que se originen serán por cuenta del Contratista.
- La preparación del fondo de las zanjas requerirá las operaciones siguientes: rectificando del perfil longitudinal, recorte de las partes salientes que se acusen tanto en planta como en alzado, relleno con arena de las depresiones y apisonado general para preparar el asiento de la obra posterior debiéndose alcanzar una densidad del noventa y cinco por ciento (95 %) de la máxima del Proctor Normal.
- Durante el tiempo que permanezcan abiertas las zanjas establecerá el Contratista señales de peligro, especialmente por la noche.
- Las entibaciones no se levantarán sin orden expresa del Director de las obras.
- En todas las entibaciones que el Director de Obra estime convenientes, el Contratista realizará los cálculos necesarios, basándose en las cargas máximas que puedan darse bajo las condiciones más desfavorables.
- El fondo deberá ser uniforme y firme para asegurar al tubo un apoyo continuo en toda su longitud.
- En caso de que las zanjas estén a media ladera, los cordones de tierra extraídos se colocarán en el lado más alto para proteger la excavación de las aguas de escorrentía superficial.

4.3.2. CONTROL DE CALIDAD

Las tolerancias admitidas serán de cinco (± 5) centímetros en cota y diez (± 10) centímetros en las dimensiones de la zanja.

4.3.3. MEDICIÓN Y ABONO

Las excavaciones en zanja se abonarán por metros cúbicos (m^3) y será establecida por los volúmenes delimitados por la línea del terreno antes del comienzo de las excavaciones y por las líneas teóricas de excavación mostradas en los Planos o definidas por el Ingeniero Director de Obra. Cualquier excavación fuera de las alienaciones, rasantes y secciones transversales definidas en los Planos o por el Ingeniero Director de la Obra y que no hubiese sido autorizada expresamente por él, no será susceptible de abono alguno.

El Contratista estará obligado a rellenar a su costa la sobreexcavación con el material que el Ingeniero Director de la Obra ordene, excepto en el caso en que a juicio de dicho Ingeniero la sobreexcavación se haya producido por desprendimientos inevitables. En este caso el volumen del sobreancho se abonará al mismo precio establecido en el cuadro de precios.

Sin embargo, no serán de abono en ningún caso los sobreanchos originados por defectos o faltas de cuidado en la ejecución o replanteo, y especialmente en la disposición y carga de los terrenos, a juicio exclusivo del Ingeniero Director de la Obra. En ningún caso será objeto de abono por separado las excavaciones que el Contratista realice por conveniencia propia, cuyos costes están ya incluidos en los precios unitarios de otras unidades de obra o en los gastos generales del Contratista.

El precio de excavación en zanja incluye el arranque del material, la carga en camión, el transporte y vertido a cualquier distancia hasta el lugar de empleo o bien a un acopio temporal hasta que se habilite el lugar de empleo del material como rellenos, en este caso incluye también la nueva carga, transporte a cualquier distancia y vertido hasta el lugar de empleo definitivo. En el caso de que el destino de la excavación sea el vertedero el precio incluye además de la carga el transporte a cualquier distancia hasta el vertedero, el canon de vertido, y la descarga en el vertedero. Incluye igualmente el reperfilado de las excavaciones y compactación del fondo. Incluso impuestos y tasas, en su caso.

El citado precio constituirá la compensación total por todos los gastos en concepto de mano de obra, materiales, equipos, combustibles, drenaje y agotamiento, formación de caballones junto a la excavación.

Cuando el Ingeniero Director de la Obra decida que no es posible acopiar el material de la excavación junto a la zanja, se transportará a caballero para su posterior utilización. El abono de estas operaciones está incluido en el precio de la excavación.

Las excavaciones en zanja serán abonadas mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Será el Ingeniero Director de la Obra el que asigne a cada tramo del terreno la tipología de excavación aplicable y por consiguiente el precio aplicable, según la realidad que constate en la ejecución, independientemente de lo indicado en el estudio geotécnico, que solo tiene carácter orientativo.

Si por alguna circunstancia el contratista aplicase otros medios de excavación de mayor coste, por conveniencia propia, solo tendrá derecho de abono al precio que marque el proyecto o haya sido fijado el Ingeniero Director de la Obra, aunque se haya excavado con medios superiores.

Cualquier cambio de tipología en la excavación, con relación a las incluidas en el documento de presupuestos del presente proyecto, deberá ser aprobada por el Ingeniero Director de obra, previa a su ejecución, el cual se desplazará al tajo y comprobará que efectivamente no es posible la excavación con los medios designados en el proyecto para ese tramo y asignará por tanto otros de mayor potencia.

La apreciación del tipo de terreno que se excava, y por tanto el precio al que ha de abonarse, corresponderá a la Dirección Facultativa. En caso de discrepancia por parte del contratista, la Dirección Facultativa podrá ordenar la realización de sondeos mediante sísmica de refracción, a cargo

del 1% del presupuesto para ensayos. En tal caso, se considerará que un terreno requiere el empleo de martillo hidráulico y es calificable como roca, cuando la velocidad de propagación de las ondas "p", sea mayor de 1.850 m/s.

Igualmente es potestad de la Dirección facultativa elegir el método de excavación para cada tramo, bien realizarlo con medios mecánicos convencionales, o mediante zanjadora, y cualquier cambio respecto a lo previsto en el proyecto debe ser aprobado por el.

Artículo 4.4. RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS

4.4.1. MATERIALES

La **cama de arena** estará formada por una grava de **tamaño máximo de árido 5 mm**, carente totalmente de plasticidad, exenta de material orgánica, con granulometría autoestable (condición de dren y de filtro).

El material para relleno podrá ser considerado como **seleccionado** cuando cumpla las condiciones que se establecen en el artículo 330 del PG3 para suelos **tolerables** y el tamaño máximo de las partículas sea inferior a **30 mm**.

El material para el relleno **ordinario** de la zanja, procederá de la propia excavación debiendo cumplir las condiciones del artículo 330 del PG3 para suelos **marginales** y estará liberado de tamaños mayores de **10 cm**.

El Director de obra podrá autorizar el empleo de materiales para el relleno de zanjas que no cumplan las condiciones establecidas en este pliego si existen dificultades para su obtención o selección en obra, dando en tal caso las instrucciones que considere convenientes para su puesta en obra. En todo caso se evitará siempre que sea posible el empleo de suelos clasificables como OL, MH, CH u OH según la USCS.

La **zahorra artificial** será con características según el art. 510 del PG-3 para tráfico **categoría T3** y granulometría **ZA 0/32**.

La **zahorra natural** será con características según el art. 510 del PG-3 para tráfico **categoría T3** y granulometría **ZN25**.

El **relleno de grava** a emplear se realizará con grava **20/40** procedente de cantera, carente totalmente de plasticidad, exenta de material orgánica, con granulometría autoestable (condición de dren y de filtro).

El material a emplear como relleno con **escolleras** serán productos pétreos procedentes de cantera. La piedra será sana, compacta, dura, densa y de alta resistencia a los agentes atmosféricos. Estará exenta de grietas, fisuras o defectos que pudieran provocar su disgregación durante la colocación y posterior exposición a la intemperie. La piedra será de **200 kg** de peso de media y 100 Kg como mínimo, no admitiéndose ninguna con alguna dimensión superior **1 m**. El peso específico de los bloques de escollera no será inferior a dos con sesenta toneladas por metro cúbico (2,60 Tn/m³), según la Norma NLT-153/92 y con una tolerancia en menos de quince centésimas (0,15).

4.4.2. EJECUCIÓN

A) CAMA DE ARENA. PERFILADO DE LAS RASANTES

Antes del perfilado se acondicionará la solera compactando bien las áreas blandas y quitando las piedras sueltas y rocas que afloren en la superficie, así como las raíces y demás obstáculos que impidan la correcta nivelación de la solera.

Se extenderá la cama de arena con el espesor indicado en los planos y se procederá al reperfilado de la solera hasta dejarla con la sección transversal completamente horizontal y la rasante la indicada en los planos.

El espesor de la cama de arena para todos los diámetros se establece en los planos. El **arriñonado**, que se realiza en segunda fase, **se realiza a 90°** y con el mismo material.

Una vez colocada la tubería sobre su cama de arena, se procederá al relleno de las zanjas, en dos fases:

B) RELLENO SELECCIONADO

Una vez colocada la tubería y capa de arena subyacente, se procederá al relleno de la zanja utilizando extendido en capas de 20 cm como máximo para arriñonado del tubo, hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería que será compactado cuidadosamente, para no producir daños a la tubería ni a su revestimiento exterior, con compactadores cuyo modelo habrá de ser previamente aceptado por el Ingeniero Director de la Obra, y empleando para ello **material seleccionado** procedente de la propia excavación tratado mecánicamente, o bien procedente de préstamo, humedecido y compactado hasta el **98%** de la densidad **Proctor normal**.

Queda expresamente prohibido el vertido directo de tierras sobre el tubo a gran altura, debiendo efectuarse éste de forma cuidadosa en las proximidades del tubo.

Salvo autorización expresa de la Dirección de Obra, no se colocarán más de 100 m de tubería sin proceder al relleno parcial de la zanja para evitar la posible flotación de la tubería. Si esto no fuese suficiente se tomarán las medidas necesarias para evitar dicha flotación.

C) RELLENO ORDINARIO

La segunda fase se ejecutará hasta alcanzar una cota superior en diez centímetros (10 cm) al terreno natural, formando una banqueta trapezoidal, salvo que el Director de la Obra indique otra cosa, extendido en capas de como máximo de 20 cm, empleando para ello **material ordinario** procedente de la propia excavación, humedecidas a un punto menos de la humedad óptima y compactadas hasta alcanzar el **95%** de la densidad **Proctor normal**.

D) ZAHORRAS

La **zahorra artificial o natural** se extenderá en tongadas de espesor no superior a veinte centímetros (20 cm), tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. Todas las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación. Después, la única admisible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad

necesaria para la ejecución de la tongada siguiente. Conseguida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación de la tongada hasta el **100%** del **proctor modificado**

El valor del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga del ensayo con placa (EV2), según la NLT-357, será superior a 80 MPa.

Además de lo anterior, el valor de la relación de módulo EV2/EV1 será inferior a dos unidades y dos décimas (2,2).

E) RELLENO DE GRAVA

El **relleno de grava** se usará solamente en aquellos puntos indicados por el Director de las Obras, que considerará la imposibilidad de utilizar material de la propia excavación fuertemente compactado. El material será vertido y apisonado con cazo.

F) RELLENO DE ESCOLLERA

El relleno con **escollera** se colocará en obra de tal forma que su volumen de **huecos** sea menor que el **30 por ciento** y, por tanto, la densidad media aparente de la escollera colocada será de **1,85 T/m³**. El frente de las piedras será uniforme y carecerá de lomos y depresiones, sin piedras que sobresalgan o formen depresiones respecto a la superficie general. No se procederá a la colocación de la protección de escollera, sin que la Dirección de Obra, haya comprobado las dimensiones de dicha escollera.

La **escollera hormigonada** estará formada por un 75% de escollera y un 25% de hormigón tipo HM-20, repartiéndose uniformemente en todo el volumen. Cada bloque de escollera deberá estar completamente rodeado de hormigón, para lo cual se procederá a bombear el hormigón caso de ser necesario a juicio de la Dirección de la Obra.

G) PRECAUCIONES EN TERRENOS ESPECIALES

En presencia de terrenos inestables o zonas donde se puedan temer deslizamientos, como arcillas expansivas, limos o lodos susceptibles al movimiento de las aguas freáticas, se colocará entre la solera de la zanja y la tubería un lecho de gravilla con una granulometría bien graduada entre 2 y 10 mm.

El espesor del lecho será uniforme y no inferior a 1/3 del diámetro de la tubería, con un mínimo de 100 mm. En condiciones húmedas o de terreno blando, o donde la superficie de la solera sea muy irregular, deberá aumentarse el espesor del lecho en lo que estime el Ingeniero Director de Obra.

El lecho deberá compactarse en capas de espesor no mayor de 150 mm dándole la misma pendiente longitudinal exigida para la solera.

En laderas donde hay peligro de deslizamiento o deformaciones de grietas se aumentará la profundidad de la zanja, colocando las tuberías a ser posible fuera de la zona afectada por dichos movimientos del suelo.

H) DRENAJE DE LAS ZANJAS

Para evitar que por inundación de las zanjás se produzca la flotación de la tubería o derrumbes de tierra y arrastres, inmediatamente después de haber perfilado las rasantes, y cualquier caso, antes de depositar la tubería en el fondo de aquella, se abrirán drenajes en los puntos donde sea necesario, de acuerdo con el perfil, con objeto de garantizar la completa evacuación de las aguas hacia los desagües naturales de la zona.

I) RELLENO PARCIAL PARA PRUEBA

Una vez montada la tubería se procederá a su relleno parcial de la zanja, de forma que queden las juntas entre tubos vistas y atendiendo a lo indicado en el protocolo de prueba de presión de la tubería instalada. La última capa de relleno antes de realizar las pruebas, sólo se acopiará punteada en el centro del tubo. No se extenderá ni compactará hasta que la prueba ofrezca resultado positivo.

Excepcionalmente y si el Ingeniero Director de Obra lo autoriza se podrá rellenar totalmente la zanja antes de hacer la prueba de tubería instalada pero en el caso de fallar el Contratista deberá localizar las fugas sin sobre coste alguno.

J) RETIRADA DE SOBANTES A VERTEDERO

Una vez terminado el cierre y macizado de las zanjás se procederá a la retirada del material sobrante a vertedero y a la limpieza total del trazado de la zanja dejándolo en idénticas condiciones a las existentes antes de la actuación.

K) VARIANTES EN LA FORMA DE EJECUCIÓN DE LA TUBERÍA

En caso que no sea posible la ejecución en la forma indicada por diversos motivos (falta de espacio, necesidad de tapado rápido), el Contratista podrá ejecutar las obras de otra manera siempre que previa autorización expresa por escrito del Ingeniero Director de las Obras.

4.4.3. CONTROL DE CALIDAD

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el PG3 en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

4.4.4. MEDICIÓN Y ABONO

Los volúmenes de abono correspondientes se determinarán por diferencia entre perfiles transversales tomados antes y después de realizar las operaciones. No se considerarán de abono los volúmenes de relleno que sean consecuencia de excavaciones no abonables según las normas del presente Pliego, aunque los mismos hubiesen sido ordenados por el Ingeniero Director de la Obra.

La medición se realizará por metros cúbicos (m³). El abono se hará mediante la aplicación de los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Artículo 4.5. EXCAVACIÓN EN DESMONTE

4.5.1. EJECUCIÓN

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

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

Las excavaciones se realizarán cumpliendo con las tolerancias indicadas en los planos o en este Pliego. Cuando tales tolerancias no se especifiquen, los criterios de tolerancia serán establecidos por la Dirección de las Obras.

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

- Variar la profundidad, anchura y longitud de las excavaciones e incrementar o reducir taludes de las mismas.
- Exigir el uso de bermas de las dimensiones que estime adecuadas en taludes permanentes, reflejadas o no en los planos, si tales medidas contribuyen a mejorar la seguridad o a aumentar la economía.
- También tendrá derecho a variar la línea de excavación de cualquier zona después de iniciada la excavación en la misma. Esta sobreexcavación, caso de haberla, tendrá la misma unidad de obra y precio que la establecida para esta zona.

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

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

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

El Contratista dispondrá los medios de achique necesarios para la realización de las obras; también deberá ejecutar y conservar los elementos de drenaje superficial necesarios, a juicio de la Dirección de las Obras, para garantizar una buena captación de las aguas de lluvia, de forma que se mantengan en buenas condiciones los tajos de obra. No se prevé realizar voladuras, que serán permitidas solamente previa aprobación escrita de la Dirección de las Obras y siempre y cuando se hayan tomado las precauciones del caso para la protección de las personas, la obra y las propiedades cercanas.

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

- Número, localización, diámetro y profundidad de las perforaciones, mostradas en un plano a escala.
- Tipo y potencia del explosivo, tamaño del cartucho y peso del explosivo en cada perforación.
- Cantidad total de explosivos por voladura y máxima cantidad de explosivos utilizados por retardo.
- Patrón de voladura, mostrando los intervalos de retardo propuestos para cada perforación y la marca y tipo del fulminante y explosivo.

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

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

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

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

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

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

El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de las Obras las zonas de colocación de los materiales procedentes de las diferentes excavaciones. Se intentará la utilización máxima de los mismos, dentro de las exigencias de calidad definidas. Irán a vertedero todos los materiales excavados que estén formados por turbas, humus, materiales congelados, etc., aquellos señalados como inadecuados y aquellos que, como tales, rechace la Dirección de las Obras.

4.5.2. MEDICIÓN Y ABONO

Los volúmenes de abono correspondientes se determinarán por diferencia entre perfiles transversales tomados antes y después de realizar las operaciones. No se considerarán de abono los volúmenes de

relleno que sean consecuencia de excavaciones no abonables según las normas del presente Pliego, aunque los mismos hubiesen sido ordenados por el Ingeniero Director de la Obra.

La medición de las excavaciones en desmonte se hará por los metros cúbico (m³) de volumen excavado y serán abonados mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

El precio de excavación incluye el arranque del material, la carga en camión, el transporte y vertido a cualquier distancia hasta el lugar de empleo o bien a un acopio temporal hasta que se habilite el lugar de empleo del material como rellenos, en este caso incluye también la nueva carga, transporte a cualquier distancia y vertido hasta el lugar de empleo definitivo. En el caso de que el destino de la excavación sea el vertedero el precio incluye además de la carga el transporte a cualquier distancia hasta el vertedero, el canon de vertido, y la descarga en el vertedero. Incluye igualmente el reperfilado de las excavaciones y compactación del fondo. Incluso impuestos y tasas, en su caso.

Artículo 4.6. EXCAVACIÓN EN CIMIENTOS

4.6.1. EJECUCIÓN

Los trabajos de excavación que requieran las cimentaciones serán ejecutados con arreglo a las dimensiones que figuran en los planos.

Si del reconocimiento practicado al efectuar la excavación resultase necesario variar las dimensiones de las cimentaciones propuestas, esta modificación se hará de acuerdo con las instrucciones del Ingeniero Director de la Obra.

Si apareciese agua al realizar las excavaciones, se utilizarán los medios auxiliares necesarios para agotarla.

Las excavaciones se realizarán con entibación cuando sea preciso.

Se admite una tolerancia en menos, sobre las dimensiones de los planos, de dos centímetros (2 cm); los excesos de excavación deberán rellenarse de acuerdo con lo establecido en este Pliego y lo que ordene el Ingeniero Director de la Obra.

El Contratista notificará con suficiente antelación el comienzo de cualquier excavación, para realizar las oportunas mediciones sobre el terreno inalterado.

4.6.2. MEDICIÓN Y ABONO

Los volúmenes de abono correspondientes se determinarán por diferencia entre perfiles transversales tomados antes y después de realizar las operaciones. No se considerarán de abono los volúmenes de relleno que sean consecuencia de excavaciones no abonables según las normas del presente Pliego, aunque los mismos hubiesen sido ordenados por el Ingeniero Director de la Obra.

La medición de las excavaciones en desmonte se hará por los metros cúbico (m³) de volumen excavado y serán abonados mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

El precio de excavación incluye el arranque del material, la carga en camión, el transporte y vertido a cualquier distancia hasta el lugar de empleo o bien a un acopio temporal hasta que se habilite el lugar de empleo del material como rellenos, en este caso incluye también la nueva carga, transporte a cualquier distancia y vertido hasta el lugar de empleo definitivo. En el caso de que el destino de la excavación sea el vertedero el precio incluye además de la carga el transporte a cualquier distancia hasta el vertedero, el canon de vertido, y la descarga en el vertedero. Incluye igualmente el reperfilado de las excavaciones y compactación del fondo. Incluso impuestos y tasas, en su caso.

Artículo 4.7. TRANSPORTE Y VERTIDO DE PRODUCTOS DE EXCAVACIÓN A VERTEDERO

4.7.1. MEDICIÓN Y ABONO

El transporte y extendido en vertedero de los productos sobrantes de la excavación a cualquier distancia, incluyendo carga en el lugar de la excavación, transporte, descarga en vertedero con extendido y compactación incluso canon de vertido e impuesto o tasas en su caso, y será abonado mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos y por los metros cúbicos (m³) de material transportado.

Solamente será de abono los transportes autorizados previamente por el Ingeniero Director de Obra, en itinerarios diseñados y comprobados anteriormente por la imposibilidad de vertidos a menos de 3 km de distancia.

Artículo 4.8. TERRAPLENES

4.8.1. MATERIALES

A efectos de este proyecto, los materiales a emplear en terraplenes serán suelos o materiales locales obtenidos de las excavaciones ejecutadas en la obra y de las canteras o los préstamos previstos.

Cuando los terraplenes hayan de servir de cimiento a estructuras como depósitos, arquetas, casetas, conducciones o caminos, los materiales a emplear deberán ser suelos adecuados o seleccionados según la siguiente clasificación. Los suelos adecuados solamente podrán emplearse en la zona de cimiento o núcleo de terraplén, pero nunca en la coronación, es decir la parte superior del terraplén, con el espesor que figure en los planos, así como el relleno sobre fondos de desmonte para la formación de explanada.

Solamente se admitirá el empleo de suelos que no cumplan tales características, cuando se trate de formar explanadas que no vayan a soportar la carga de infraestructuras hidráulicas, tales como zonas de acopio de materiales o relleno de vaguadas con el relleno de productos de la excavación.

Suelos seleccionados: Se considerarán como tales aquellos que cumplen las condiciones que se establecen para este tipo de suelos en el artículo 330 del PG3.

Suelos adecuados: Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados cumplan las condiciones que se establecen para este tipo de suelos en el artículo 330 del PG3.

4.8.2. EJECUCIÓN

Se seguirán las especificaciones de ejecución incluidas en el PG-3 y modificaciones vigentes.

El material que ha de formar el terraplén se extenderá en tongadas sucesivas, sensiblemente horizontales, de veinticinco centímetros (25 cm) antes de compactar.

Cada tongada, antes de iniciar la extensión de la siguiente, ha de ser nivelada y conformada con el equipo preciso.

En los terraplenes a media ladera, el Ingeniero Director de la Obra podrá disponer que se escalone aquella para asegurar la perfecta estabilidad de los mismos.

En la coronación de terraplenes no se permitirán rocas cuarteadas ni bolos a menos de quince centímetros (15 cm) de la explanada.

Cada tongada o capa de terraplén deberá compactarse con el contenido de humedad preciso para conseguir el grado de compactación requerido.

Se considera que el contenido de humedad más adecuado es el óptimo correspondiente al ensayo Proctor; la tolerancia de dicho contenido de humedad será fijada por el Ingeniero Director de la Obra, teniendo en cuenta la calidad de las tierras y el equipo empleado.

Una vez extendida cada tongada, se procederá a su compactación mecánica y no se autorizará a extender la capa siguiente sin que se haya comprobado que la precedente está suficientemente compactada.

El equipo utilizado para la compactación de terraplenes deberá ser aprobado por el Ingeniero Director de la Obra.

Cuando el material de terraplenes permita la ejecución de ensayos de densidad y éstos no den los resultados requeridos, el Contratista deberá proseguir la compactación hasta conseguirlos.

El Contratista será responsable de la conservación de los terraplenes hasta su recepción y deberá sustituir cualquier parte de obra que se haya descompactado, desplazado o estropeado por negligencia o falta de cuidado imputable a él, y también cuando los daños sufridos sean debidos a causas naturales previsibles, como precipitaciones atmosféricas o a otras causas que sean evitables y no se puedan atribuir a movimientos del subsuelo.

En los cincuenta centímetros (**50 cm**) superiores del terraplén, la densidad obtenida deberá ser superior al noventa y ocho por ciento (**98%**) de la que resulte en el ensayo **Proctor modificado**. En el **resto** del terraplén, dicha densidad será igual o mayor que el noventa y cinco por ciento (**95%**) de la densidad correspondiente al Proctor modificado.

4.8.3. CONTROL DE CALIDAD

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el PG3 en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

4.8.4. MEDICIÓN Y ABONO

Los volúmenes de abono correspondientes se determinarán por diferencia entre perfiles transversales tomados antes y después de realizar las operaciones. No se considerarán de abono los volúmenes de relleno que sean consecuencia de excavaciones no abonables según las normas del presente Pliego, aunque los mismos hubiesen sido ordenados por el Ingeniero Director de la Obra.

La medición del terraplén se realizará por los metros cúbicos (m³) de volumen rellenado y serán abonados mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

El precio incluye la carga y transporte del material a usar como terraplén desde cualquier punto de la obra, cantera o préstamo, el vertido extendido en capas de como máximo 25 cm, nivelación, el riego y la compactación al grado de compactación mencionado, reperfilado de taludes e incluyendo un posible acopio temporal antes de su ubicación definitiva.

Artículo 4.9. RELLENOS LOCALIZADOS

4.9.1. MATERIALES

Esta unidad consiste en el relleno con materiales procedentes de la excavación o de préstamos del trasdós de obras de fábrica y estructuras (arquetas, casetas, fosos, muros, etc.), que por su reducida extensión, compromiso estructural u otra causa no permita la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución del resto del relleno, o bien exija unos cuidados especiales en su construcción.

Es de señalar que algunas de las arquetas presentes en este proyecto se sitúan en carreteras o caminos asfaltados y es necesaria una cuidadosa selección del material de relleno y su compactación para que no se produzcan asentamientos en el firme. En otros casos encima de este relleno está prevista la ejecución de una acera y otro elemento, por lo que se debe conseguir un cimiento firme. No obstante, este relleno localizado se aplicará a todas las arquetas, casetas y muros.

Para los rellenos localizados podrán utilizarse, en función del tipo de entorno en el que se encuentre la estructura, y a juicio de la Dirección Facultativa, los siguientes materiales:

- **Suelos seleccionados**, según la definición de los mismos del artículo 330 del PG3 y siempre que su CBR, según UNE 103502, correspondiente a las condiciones de compactación exigidas sea superior a veinte (20).
- **Zahorras artificiales** que cumplan las prescripciones de este pliego.
- **Grava 20/40** lavada procedente de cantera, carente totalmente de plasticidad, exenta de materia orgánica.

4.9.2. EJECUCIÓN

En función de los materiales seleccionados, las exigencias de ejecución son:

- **Suelos seleccionados:** se extenderán capas de de 20 cm de espesor como máximo, se regará con agua hasta alcanzar la humedad necesaria, y se compactará hasta alcanzar el 100% de la densidad Próctor normal.

- **Zahorras artificiales:** compactada en capas de 25 cm de espesor, hasta una el 100 % de la densidad Próctor modificado.
- **Grava 20/40:** apisonada en tongadas de 30 cm.

Los equipos de extendido, humectación y compactación serán los apropiados para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias de este pliego y las indicaciones del Ingeniero Director de Obra.

Únicamente se podrá utilizar la compactación manual en los casos previstos en el Proyecto, y en aquellos que sean expresamente autorizados por el Ingeniero Director de las Obras.

Salvo que el Ingeniero Director de las Obras lo autorice, en base a estudio firmado por técnico competente, el relleno junto a obras de fábrica o entibaciones se efectuará de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma se hallen al mismo nivel. En el caso de obras de fábrica con relleno asimétrico, los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido siete días (7 d) desde la terminación de la fábrica contigua; salvo en el caso de que el Ingeniero Director lo autorice, y siempre previa comprobación del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica. Junto a las estructuras porticadas no se iniciará el relleno hasta que el dintel no haya sido terminado y haya alcanzado la resistencia que indique el Proyecto o, en su defecto el Ingeniero Director de las Obras.

El drenaje de los rellenos contiguos a obras de fábrica se ejecutará antes de, o simultáneamente a, dicho relleno, para lo cual el material drenante estará previamente acopiado de acuerdo con las órdenes del Ingeniero Director.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación, sí es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada

Las zonas que, por su forma, pudieran retener agua en su superficie, serán corregidas inmediatamente por el Contratista.

El relleno de grava se usará solamente en aquellos puntos indicados por el Director de las Obras, que considerará la imposibilidad de utilizar material de la propia excavación.

4.9.3. CONTROL DE CALIDAD

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el PG3 en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

4.9.4. MEDICIÓN Y ABONO

Los volúmenes de abono correspondientes se determinarán por diferencia entre perfiles transversales tomados antes y después de realizar las operaciones. No se considerarán de abono los volúmenes de relleno que sean consecuencia de excavaciones no abonables según las normas del presente Pliego, aunque los mismos hubiesen sido ordenados por el Ingeniero Director de la Obra.

La medición se realizará por metros cúbicos (m³) realmente colocados y serán abonados mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

El precio incluye la carga y transporte del material a usar como relleno localizado desde cualquier punto de la obra, cantera o préstamo, el vertido extendido en capas, nivelación, el riego y la compactación al grado de compactación mencionado, reperfilado de taludes e incluyendo un posible acopio temporal antes de su ubicación definitiva.

Artículo 4.10. MUROS DE ESCOLLERA COLOCADA

4.10.1. MATERIALES

A) BLOQUES DE ESCOLLERA

Deberán cumplir los requisitos mostrados en la siguiente tabla:

GRUPO DE REQUISITOS	PROPIEDAD	NORMA	REQUISITO	OBSERVACIONES
GEOMÉTRICOS	Granulometría	UNE EN 13383-2	Husos HMB _{300/1000} HMB _{1000/3000}	—
	Forma	UNE EN 13383-2	$(L/E > 3) \leq 15\%$	—
	Proporción de superficies trituradas o rotas	UNE EN 13383-1	Bloques redondeados; $RO < 5\%$	Se consideran redondeados los bloques con caras trituradas o rotas $\leq 50\%$
FÍSICOS	Densidad seca	UNE EN 13383-2	$\rho_d \geq 2500 \text{ kg/m}^3$	—
	Resistencia a compresión simple, q_u	UNE EN 1926	Valor medio de la serie, tras despreciar el mínimo; $q_u \geq 80 \text{ MPa}$	El proyecto puede justificar otros valores inferiores; ($\Delta q_u \leq 20 \text{ MPa}$)
	Series de diez (10) probetas		Valor mínimo de la serie, desechando los dos más bajos; $q_u \geq 60 \text{ MPa}$	
	Integridad de los bloques	UNE EN 13383-1	Inspección visual	—
			Ensayos destructivos Ensayos no destructivos	
Resistencia a la fragmentación	UNE EN 1097-2	$LA < 35\%$	Series de seis (6) piezas cuyas masas no difieran entre sí, más del veinticinco por ciento (25%)	

GRUPO DE REQUISITOS	PROPIEDAD	NORMA	REQUISITO	OBSERVACIONES
QUÍMICOS Y DE DURABILIDAD	Estabilidad química	—	Composición mineralógica estable	Obtención de lixiviado según UNE EN 1744-3
	Estabilidad frente a la inmersión en agua	UNE 146510	Sin fisuración; $\Delta m/m \leq 0,02$	—
	Estabilidad frente a los ciclos humedad-sequedad	UNE 146511	$\Delta m/m \leq 0,02$	Deben realizarse al menos, cuando la escollera se encuentre en una zona inundable
	Absorción de agua	UNE EN 13383-2	$w_{ss} \leq 2\%$	Si $w_{ss} \leq 0,5\%$ la muestra puede considerarse resistente al hielo-deshielo
	Resistencia a congelación y deshielo	UNE EN 13383-2	$F \leq 6\%$	<ul style="list-style-type: none"> — Solamente se determina si: <ul style="list-style-type: none"> • $w_{ss} \geq 0,5\%$ • Zona de heladas — El proyecto puede justificar hasta $F \leq 10\%$
	Resistencia a la cristalización de las sales	UNE EN 1367-2	Sulfato de magnesio; $MS \leq 8\%$	<ul style="list-style-type: none"> — No se determina si: <ul style="list-style-type: none"> • $w_{ss} \leq 0,5\%$ • $0,5\% \leq w_{ss} \leq 2\%$, y además verifique, simultáneamente: <ul style="list-style-type: none"> - Roca sin minerales solubles ni exposición a aguas con sales disueltas - Resistencia adecuada a ciclos hielo-deshielo — Puede ser necesario realizar ensayos adicionales
Efecto Sonnenbrand	UNE EN 13383-2	Inspección visual	Únicamente en rocas de origen basáltico	

B) CAPA FILTRO

El filtro estará constituido por material granular y 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.

4.10.1. EJECUCIÓN

A) CIMENTACIÓN

Con carácter previo a la ejecución del muro, se comprobará que el talud o ladera natural esté en condiciones adecuadas: superficie regular, ausencia de salientes, zonas con restos vegetales y otros materiales no deseados, afloramiento de aguas, etc. Se limpiarán los materiales extraños y se refinará la excavación hasta dejar superficies regulares. Los posibles afloramientos de aguas se tratarán con elementos de drenaje.

Se debe excavar la cimentación hasta la cota definida en el proyecto, comprobando que las características del terreno se corresponden con las previstas, siendo recomendable una profundidad mínima de un metro (1 m). El fondo de excavación de la cimentación se ejecutará normalmente con una contrainclinación respecto a la horizontal de valor aproximado 3H:1V, lo que facilita la colocación de las siguientes hiladas de escollera.

Una vez efectuada la excavación del cimienta, se debe proceder a la colocación de escollera en su interior, hasta alcanzar aproximadamente la cota del terreno natural en el intradós.

Posteriormente, se deberá proceder al vertido de hormigón, de forma que se rellenen los huecos existentes entre los bloques de escollera.

Dependiendo de la porosidad obtenida en la escollera del cimiento y de las características del terreno, el volumen de hormigón a verter suele estar comprendido entre doscientos setenta y cinco y trescientos cincuenta litros por metro cúbico de cimiento (275-350 l/m³).

El hormigonado del cimiento normalmente se efectúa en dos fases:

- En la primera fase, que comprende el relleno de la práctica totalidad del cimiento, la superficie que resulte debe estar conformada por caras rugosas de bloques pétreos en la mayor proporción posible, recomendándose que sobresalgan al menos quince o veinte centímetros (15-20 cm) de la superficie de hormigonado, para garantizar un mejor contacto con la primera hilada de bloques del cuerpo del muro, que debe presentar una contrainclinación aproximada en torno al 3H:1V, como se indicó previamente.
- La segunda fase se ejecutará normalmente una vez colocada la primera hilada del cuerpo del muro. En ella el hormigón deberá enrasar con la cota del terreno natural en el intradós y habrá de comprobarse además que la superficie final resultante no tenga puntos bajos ni constituya un lugar de acumulación de agua o producción de encharcamientos, para lo que se debe dotar al plano superior del cimiento de una ligera pendiente.

Asimismo debe tenerse en cuenta que durante la ejecución del cimiento puede ser necesaria la realización de algunos de los elementos y sistemas de drenaje subterráneo del muro, conforme a lo especificado en el proyecto.

B) CUERPO DEL MURO

En todas las fases de la construcción del muro y en particular en la ejecución del cuerpo del mismo, deberá contarse con un operario auxiliar que asista al maquinista en la selección y colocación de cada bloque, así como en la materialización de la geometría del muro: para ello deberá ir provisto, cuando menos, de cinta métrica y escuadra con nivel. Este trabajo deberá ser revisado por medio de equipos topográficos.

Durante la colocación de los bloques el operario auxiliar comprobará además, que cada uno de ellos cumple aquellas características mínimas, que se puedan verificar visualmente.

Las piedras de escollera que conforman el cuerpo del muro se colocarán en éste procurando tanto su propia estabilidad como la materialización de una contrainclinación de las hiladas de bloques en torno al 3H:1V respecto a la horizontal. Dicha contrainclinación tiene una repercusión directa en la estabilidad del muro y dificulta una eventual caída de piedras tanto durante la construcción como durante su vida útil.

Los bloques se colocarán formando un entramado tridimensional que dote al conjunto de la máxima trabazón que sea posible. Resulta recomendable alternar orientaciones de bloques en que la dimensión mayor sea paralela al paramento con otras en que su longitud mayor esté orientada del trasdós al intradós.

La sección transversal del muro debe estar constituida por bloques del mismo huso granulométrico, evitando que quede constituido transversalmente por un bloque en la cara vista, de los tamaños y demás características prescritas y otros de menor tamaño o características diferentes hacia el interior del mismo.

Con el fin de asegurar una adecuada trabazón y estabilidad, se debe procurar que los huecos entre piedras de escollera contiguas se reduzcan cuanto sea posible, para lo que se seleccionará específicamente cada bloque. Cada piedra de escollera deberá de apoyar su cara inferior en al menos dos bloques de la hilada inferior y estar en contacto con los bloques laterales adyacentes, además de con otros dos de la hilada superior.

Se tratará de evitar que los contactos entre bloques de una hilada coincidan, según secciones por planos verticales, con los de la hilada inferior, impidiendo de este modo la formación de columnas de bloques de escollera. Análogamente debe tratar de evitarse en lo posible, la formación de filas horizontales de bloques es decir, las sucesivas hiladas deberán buscar la máxima imbricación que sea posible con las inmediatamente superior e inferior. Además debe obtenerse la contrainclinación de los bloques sobre planos normales al del paramento visto.

En algunos casos pueden adoptarse las siguientes medidas para aumentar la superficie de contacto, o para mejorar el rozamiento entre superficies:

- Podrán recebarse los bloques de escollera de mayor tamaño con material pétreo de calidad similar, preferiblemente fragmentos de la misma procedencia obtenidos en el proceso de voladura. En cualquier circunstancia, los bloques deberán apoyarse directamente unos sobre otros y nunca sobre el recebo. Esta operación se realizará por hiladas, debiendo garantizarse que no se produzcan movimientos al cargar una de dichas hiladas con el peso de la inmediatamente superior.
- Podrán verse pequeñas cantidades de hormigón (en proporción prácticamente despreciable en relación al volumen del muro) de consistencia seca sobre ciertos bloques, al objeto de aumentar el número de contactos puntuales y la rugosidad entre caras de piedra de escollera contiguas. El hormigón se extenderá en su caso, después de la ejecución de cada hilada, sobre aquellas superficies de los bloques que vayan a quedar en contacto con los de la hilada inmediatamente superior. En ningún caso estas pequeñas cantidades de hormigón deben suponer una merma en las posibilidades de drenaje del muro.

Por reiteración de los procesos definidos a lo largo de este apartado, deberá procederse a la colocación de las sucesivas hiladas de bloques, hasta alcanzar la coronación del muro con la geometría prevista en el proyecto.

Cuando la altura del muro exceda de la que puede alcanzarse con la maquinaria disponible, puede que sea necesario tener que recurrir a la ejecución de un relleno provisional (generalmente un caballón de tierras) frente al paramento visto, que sirva como plataforma de trabajo. Esta plataforma deberá retirarse una vez concluya la construcción del muro, cuidando de que no quede material de relleno entre los intersticios de la escollera, que podría mermar sus propiedades drenantes.

En determinadas circunstancias concretas, puede que sea necesario recurrir con carácter puntual, al vertido de hormigón de consistencia blanda o fluida en el cuerpo del muro, cuando se desee una reducción de la porosidad, el trabajo conjunto de algunos bloques, o por otras circunstancias que deberán justificarse en el proyecto. Habrá de garantizarse, en todo caso, una porosidad mínima en las hiladas de bloques en torno al diez por ciento ($n \geq 10\%$) para permitir el drenaje de éstas.

Finalmente, podrá efectuarse un recebado de los mayores huecos que se observen en la cara vista, habiendo de garantizarse en todo caso, el buen drenaje del muro.

Además debe tenerse en cuenta que los trabajos de ejecución del cuerpo del muro deben llevarse a cabo en coordinación con los del trasdós y con los de los elementos y sistemas de drenaje.

4.10.2. CONTROL DE CALIDAD

A) CONTROL DE LOS BLOQUES DE ESCOLLERA:

Antes de iniciar la producción, se reconocerá cada acopio, préstamo o procedencia, determinando su aptitud para la ejecución de las obras. Se comprobará que los bloques de escollera cumplen los requisitos establecidos en éste pliego. Para ello se tomarán muestras y se realizarán los correspondientes ensayos.

Estos ensayos deberán repetirse siempre que se vaya a utilizar una nueva procedencia para la escollera, o si existe un cambio importante en la naturaleza de la roca o en las condiciones de extracción, que puedan afectar a sus propiedades. Deberá comprobarse además la retirada de la montera en la extracción de la escollera y la exclusión de vetas no utilizables, en su caso.

Adicionalmente, por cada veinte mil metros cúbicos (20.000 m³) de material producido, se efectuarán los siguientes ensayos:

- Determinación de la distribución de masas según UNE EN 13383-2.
- Determinación del porcentaje de componentes de escollera con una relación, longitud dividido por espesor, mayor que tres ($L/E > 3$), según UNE EN 13383-2.
- Determinación de proporción de superficies trituradas o rotas según UNE EN 13383-1.

Se examinará la descarga al acopio o en el tajo, desechando los materiales que, a simple vista no sean aceptables. Se debe tratar de evitar en todas las fases de manipulación de la piedra (voladura en cantera, carga, transporte y puesta en obra) la rotura de sus aristas, que puede originar un redondeo de las mismas.

Durante la ejecución del muro, puesto que los bloques de escollera se seleccionan y colocan uno a uno, el operario auxiliar que asista al maquinista comprobará visualmente que los bloques cumplen los requisitos geométricos de tamaño, forma y proporción de superficies trituradas o rotas.

B) CONTROL DE EJECUCIÓN

El control de ejecución deberá llevarse a cabo en los términos previstos en el proyecto, si bien comprenderá cuando menos:

- Control de procedimiento: Debe verificarse la correcta colocación de cada uno de los bloques, tratando de obtener la máxima trabazón entre ellos y el mínimo volumen de huecos que sea posible. En esta labor resulta fundamental el operario auxiliar que debe estar presente en las diferentes fases de ejecución. Al concluir cada una de las hiladas y al finalizar los trabajos del muro, se harán controles visuales. Mediante este tipo de controles puede decidirse el recebo de ciertos bloques, el vertido de hormigón entre alguno de ellos, etc. Por otra parte, los valores de porosidad y peso específico de los muros de escollera colocada son difíciles de

determinar in situ. La literatura técnica recoge algunas experiencias de ejecución de diferentes tramos de prueba en los que se determina la porosidad a través del peso específico de la roca y de la cubicación obtenida a partir de una serie de bloques de peso conocido.

- Control geométrico: Deberán materializarse bases topográficas en terrenos próximos no afectados por la ejecución de las obras, que permitan llevar a cabo el control del muro durante las diferentes etapas de su construcción. Particularmente importante resulta el control topográfico de su alineación e inclinación. Después del replanteo del muro, en los diferentes trabajos de ejecución del mismo, el operario auxiliar comprobará al menos por medio de cinta métrica y escuadra con nivel, la inclinación del intradós, el espesor, la contra-inclinación de las hiladas de bloques y su correcto apoyo en los adyacentes, conforme se proceda a su construcción. Esta operación deberá realizarse en cada hilada.

C) AUSCULTACIÓN

Cuando se considere necesaria la auscultación de una obra, deberá elaborarse un plan específico, siguiendo las recomendaciones generales de la Guía de cimentaciones en obras de carretera, que podrán servir como punto de partida.

Una vez finalizada la construcción, se recomienda efectuar un seguimiento topográfico periódico, al menos de la coronación. Para ello, puede resultar adecuada la materialización de una superficie plana en la misma, preferiblemente de hormigón, sobre la que ubicar las correspondientes referencias topográficas.

Con carácter general, se recomienda el control periódico de la nivelación de la coronación y, si fuera posible, también de la colimación de la misma, o en defecto de estos, la realización de un control topográfico que permita conocer los movimientos de las referencias dispuestas en las direcciones (x, y, z). En ciertos casos, también puede resultar conveniente el seguimiento topográfico de referencias dispuestas al pie o sobre el paramento visto del muro.

En circunstancias en las que la estabilidad pueda resultar precaria, suele resultar interesante instalar tuberías inclinométricas que pueden utilizarse, además, como piezómetros. Para ello normalmente se disponen en el trasdós o en la base del muro, con profundidad suficiente para alcanzar terreno estable. La elección del diámetro de la tubería inclinométrica depende de la magnitud de los movimientos esperables.

4.10.3. MEDICIÓN Y ABONO

La escollera de piedras sueltas se abonará por metros cúbicos (m^3), medidos sobre perfiles transversales de planos de obra ejecutada y será abonada mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos..

El precio incluye suministro e instalación de bloques, hormigón y demás materiales necesarios para su completa instalación, incluso limpieza y reperfilado del terreno que lo rodea.

La escollera de piedras sueltas se abonará por metros cúbicos (m^3) realmente colocados en obra, medidos sobre plano de obra ejecutada.

Artículo 4.11. GEOTEXTILES COMO ELEMENTO DE SEPARACIÓN, FILTRO Y PROTECCIÓN

4.11.1. MATERIALES

Los geotextiles a emplear en la obra deberán cumplir las condiciones del artículo 290 del PG3 en lo referente a transporte y almacenamiento, recepción y control de calidad, y especificaciones y distintivos de calidad.

El tipo de geotextil a emplear será no tejido bien agujeteado de filamento continuo o bien agujeteado y termosoldado, fabricado a base de fibra de virgen de polipropileno.

La puesta en obra de los geotextiles cumplirá, en lo no especificado en este artículo, lo dispuesto en el artículo 422 del PG3, y tendrán las propiedades físicas que se indican a continuación, según la función para la que se empleen:

a) Función separadora entre capas de diferente granulometría

- Energía de deformación en rotura (e) $\geq 2,4$ kN/m
- Resistencia a tracción $R_t \geq 6$ kN/m
- Resistencia al punzonamiento estático $CBR \geq 1$ kN
- Resistencia a la perforación dinámica $R_{pd} < 35$ mm
- Espesor bajo 2 kPa ≥ 3 mm
- Gramaje aproximado: 110 g/m²

b) Función de protección de geomembranas (láminas de impermeabilización), además de las características anteriores

- Espesor bajo 2 kPa $\geq 1,6$ mm
- Resistencia al punzonamiento estático $CBR \geq 2$ kN
- Gramaje aproximado: 180 g/m²

c) Función de filtro en sistemas de drenaje

- Energía de deformación en rotura (e) $\geq 1,2$ kN/m
- Resistencia a tracción $R_t \geq 4$ kN/m
- Resistencia al punzonamiento estático $CBR \geq 1$ kN
- Resistencia a la perforación dinámica $R_{pd} < 45$ mm
- Abertura característica $\geq 0,05$ mm y $< 0,20$ mm
- Permeabilidad al agua ≥ 75 l/m²/s
- Gramaje aproximado: 80 g/m²

4.11.2. EJECUCIÓN

La continuidad entre láminas de geotextil se logrará mediante solapes que no serán menores de cincuenta centímetros (50 cm).

4.11.3. CONTROL DE CALIDAD

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el PG3 en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

4.11.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonará la superficie neta instalada, sin considerar solapes ni retales en metros cuadrados (m²) y mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos..

El precio incluye suministro e instalación, incluso anclajes, durmientes y muertos temporales para asegurar su posición antes de su relleno.

Artículo 4.12. ACERO PARA ARMADURAS

4.12.1. MATERIALES

A) ACERO CORRUGADO

Los aceros para armaduras de hormigón armado cumplirán las exigencias contenidas en Art. 34 del Código Estructural, y con la denominación **B-500 SD**.

Las barras llevarán los distintivos de calidad del CIETSID.

Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo. No presentarán ovalaciones, grietas, sopladuras, ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

Deberán estar en posesión de un D.O.R. (Distintivo Oficialmente Reconocido).

B) ALAMBRES

El alambre que se ha de emplear para ataduras de las barras en las obras de hormigón armado habrá de tener un coeficiente mínimo de rotura a la extensión de treinta y cinco kilogramos por milímetro cuadrado (35 kg/mm²) y un alargamiento mínimo de rotura del cuatro por ciento (4%) de su longitud.

El número de plegados en ángulo recto que debe soportar el alambre sin romperse, será de tres (3) por lo menos.

C) SEPARADORES

Los separadores atenderán a lo especificado en el apartado 49.4.3 del Código Estructural . Las muestras de los mismos se someterán a la aprobación de la Dirección de las Obras antes de su utilización.

Los separadores deberán ser de plástico, o de mortero u hormigón de características similares al que se va a colocar y ser al menos tan impermeables como el hormigón.

4.12.2. EJECUCIÓN

La preparación, ejecución y colocación de las armaduras en obra cumplirán las condiciones exigidas en el artículo 49 del Código Estructural y a los planos del proyecto.

Las barras deberán distribuirse de manera que el número de empalmes sea mínimo, y en cualquier caso el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de las Obras los correspondientes planos de despiece.

Salvo otras instrucciones que consten en los planos, el recubrimiento mínimo de las armaduras será el siguiente:

- | | |
|---|--------|
| - Paramentos expuestos a la intemperie | 2,5 cm |
| - Paramentos en contacto con tierras, impermeabilizados | 2,5 cm |
| - Paramentos en contacto con tierras, sin impermeabilizar | 4,0 cm |
| - Paramentos en contacto con el agua. | 4,0 cm |

En cruce de hierros y zonas críticas, se prepararán con antelación planos exactos a escala de las armaduras y de los distintos redondos que se entrecruzan.

Cuando las armaduras a emplear excedan en longitud a las normales del mercado, el Contratista estará autorizado a soldar los hierros a tope, y deberá presentar oportunamente la modificación correspondiente al plano de armaduras. Los métodos de soldadura deberán ser aprobados previamente por la Dirección de las Obras.

La Dirección de las Obras examinará la armadura y dará su aprobación, antes de que se proceda al hormigonado.

4.12.3. CONTROL DE CALIDAD

Se atenderá a lo indicado en el artículo 59 y 66, entre otros, del Código Estructural

4.12.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán por kilogramo (kg) realmente colocado atendiendo a los planos aprobados y mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos. No considerándose de abono el alambre de atar, ni los separadores, ni armaduras de montaje, ni los dispositivos de apoyo y fijación, ni los despuntes en la confección, ya que todo lo anterior se ha considerado al confeccionar el precio.

Se abonarán las armaduras realmente colocadas, siempre que la disposición de anclajes, empalmes y solapes hubiese sido previamente aprobada por el Ingeniero Director de la Obra. En caso contrario se abonarán con el criterio que indique el Ingeniero Director de la Obra.

Artículo 4.13. ENCOFRADOS

4.13.1. MATERIALES

A) ENCOFRADOS DE MADERA

La madera que se emplee en moldes o encofrados, será labrada perfectamente, con la forma, longitud y escuadra que requieran los planos y cubicaciones. Tanto una como otra deberán satisfacer las siguientes condiciones:

- Deberá haber sido cortada con la suficiente antelación para estar seca y no sufrir alabeos durante su utilización
- Será dura, tenaz y resistente, con fibras rectas repartidas uniformemente y virutas de color uniforme. No tendrá nudos, vetas e irregularidades. No será heladiza o carcomida, ni presentará indicios de enfermedad alguna.

B) ENCOFRADOS METÁLICOS

Los encofrados metálicos deberán ser lo suficientemente rígidos y resistentes como para evitar desplazamientos locales durante el hormigonado, siendo la chapa de los paneles de un espesor tal que no se produzcan deformaciones con su uso, que podrían afectar al paramento de hormigón, el cual deberá presentar un aspecto liso y uniforme sin bombeos, resaltos ni rebabas.

C) DESENCOFRANTES

Cumplirá con las especificaciones indicadas en el artículo 48, entre otros, del Código Estructural.

En caso de la superficie a curar estar en contacto con agua potable el producto deberá estar habilitado para ello.

4.13.2. EJECUCIÓN

A) ENCOFRADO

Los encofrados serán de madera o metálicos; en el primer caso los ensambles serán machihembrados y de rigidez suficiente para que no sufran deformaciones con el vibrado del hormigón, ni dejen escapar lechada por las juntas.

En los encofrados de madera las caras interiores estarán bien cepilladas para no dejar huellas superiores a las tolerancias indicadas el Código Estructural y, una vez usadas, se limpiarán y rectificarán cuidadosamente.

La superficie del encofrado será en cada caso la adecuada para lograr que el paramento del hormigón resulte con el tipo de acabado que se exija.

Deberá evitarse que la falta de continuidad de los elementos que constituyen el encofrado dé lugar a la formación de rebabas e imperfecciones en los paramentos.

Antes de empezar el hormigonado deberán hacerse cuantas comprobaciones sean necesarias para cerciorarse de que los encofrados estén debidamente colocados y respondan fielmente a las formas y medidas indicadas en los planos. Igualmente se harán comprobaciones durante el curso del hormigonado para asegurarse que no se han producido desplazamientos en los mismos.

No se admitirán movimientos locales de los encofrados durante la puesta en obra y endurecimiento del hormigón superiores a tres milímetros (3 mm).

Antes de verter el hormigón se limpiarán los encofrados de restos de mortero u otras materias, se humedecerán y, si es preciso, se tratarán con productos desencofrantes, a fin de evitar daños en las superficies del hormigón. No se podrá utilizar el gasóleo como desencofrante.

Se deberá cumplir igualmente lo especificado en el artículo 48 del Código Estructural.

El Ingeniero Director de la Obra deberá aprobar los encofrados, antes de comenzar las operaciones de hormigonado.

B) DESENCOFRADO

El desencofrado de paredes de arquetas y depósitos no podrá realizarse antes de transcurridas cuarenta y ocho (48) horas desde su hormigonado, salvo que se adopten precauciones especiales para reducir dicho plazo, contando siempre con la aprobación del Ingeniero Director de la Obra.

El desencofrado de los costeros de vigas o elementos análogos podrá efectuarse a los tres (3) días de hormigonada la pieza, a menos que, en dicho intervalo, se hayan producido bajas temperaturas u otras circunstancias capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón, a juicio del Director de la Obra.

Los costeros de los soportes no deberán retirarse antes de los siete (7) días.

Los fondos de las vigas y elementos análogos, como los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura, manteniéndose despegados dos (2) o tres (3) centímetros durante doce (12) horas, antes de ser retirados por completo.

En tiempo frío no se quitarán los encofrados mientras el hormigón esté todavía caliente, para evitar su cuarteamiento.

Después del desencofrado se retirarán todos los elementos que hayan servido para su fijación al hormigón, especialmente los alambres, que se cortarán y se protegerán adecuadamente contra la corrosión. Se quitarán todas las rebabas o imperfecciones mediante un picado fino. Las coqueras y otros defectos que apareciesen, y que estén fuera de las tolerancias a pesar de las precauciones tomadas por el Contratista, se tratarán en la forma que indique el Ingeniero Director de la Obra, y por cuenta de aquél, que correrá con el coste de todas las operaciones indicadas en el presente párrafo.

Se deberá cumplir igualmente las especificaciones incluidas en el artículo 53 del Código Estructural.

4.13.3. CONTROL DE CALIDAD

Se atenderá a lo especificado en en el artículo 48 y 53 del Código Estructural

4.13.4. MEDICIÓN Y ABONO

Los encofrados se abonarán por metro cuadrado (m²) dependiendo de su aplicación mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos. Se aplicará a las superficies de hormigón realmente encofradas o según medidas nominales en planos, lo que resulte menor, con la salvedad indicada en el párrafo siguiente, considerándose así incluido el abono de cualquier material, berenjenos, cimbra y operación que fuesen necesarios para la correcta realización de las unidades.

No serán de abono los encofrados que disponga el Contratista para evitar excesos de hormigón ocasionados por excavaciones que no sean abonables según los criterios del presente Pliego, aunque fuesen autorizados por el Ingeniero Director de la Obra.

Artículo 4.14. HORMIGONES

4.14.1. MATERIALES

A) ÁRIDOS PARA HORMIGONES

El árido será de naturaleza caliza.

Se seguirán las prescripciones de Art. 30 del Código Estructural.

B) CEMENTOS

El cemento a utilizar será del según se indique en los planos del proyecto o en el cuadro de hormigones del presente artículo, atendiendo a la clase de exposición, o el que sea aceptado por la Dirección de las Obras.

El cemento empleado, deberá ajustarse a lo indicado en el Instrucción para la recepción de cementos RC-16 y del Art. 28 del Código Estructural, así como las condiciones específicas que se señalan en el presente Pliego.

C) AGUA

Cumplirá todas las especificaciones incluidas en el Art. 29 del Código Estructural.

Será obligación del constructor solicitar autorización del Ingeniero Director de la Obra antes de emplear cualquier clase de agua en la manipulación de morteros y hormigones, así como de practicar con ellas cuantos ensayos considere precisos dicha Dirección.

D) ADICIONES PARA EL HORMIGÓN

Las adiciones al hormigón cumplirán lo prescrito en el Art. 32 del Código Estructural.

Estas adiciones deben de ser aptas para estar en contacto con agua potable en elementos de hormigón que lo estén.

E) ADITIVOS AL HORMIGÓN

Se entienden por aditivos aquellos productos que se incorporan al hormigón en una proporción inferior al 5% del peso del cemento para producir una modificación deseada de alguna de sus características.

Los aditivos cumplirán lo prescrito en el Art. 31 del Código Estructural.

Estos aditivos deben de ser aptos para estar en contacto con agua potable en elementos de hormigón que lo estén.

F) HORMIGONES

Características:

Los hormigones a emplear en las distintas partes de la obra se clasificarán según el Código Estructural por su ubicación, resistencia, consistencia, tamaño máximo de árido y ambiente.

Concretamente se utilizarán las siguientes **clases de hormigón**, empleadas según indicación en planos.

HORMIGÓN	LOCALIZACIÓN	TIPIFICACIÓN	CONTROL	CEMENTO
NO ESTRUCTURAL	RASANTEO Y LIMPIEZA	HL-150/P/30		
	PROTECCIÓN DE TUBERÍAS	HM-20/P/30/X0		
ESTRUCTURAL	ANCLAJES EN MASA	HM-20/P/30/ X0	ESTADÍSTICO	
	ANCLAJES ARMADOS	HA-25/B/20/XC2	ESTADÍSTICO	
	ARQUETAS (FOSO)	HA-25/B/20/XC2	ESTADÍSTICO	
	CASSETAS (FOSO)	HA-30/B/20/XC3	ESTADÍSTICO	
	CASSETAS (SUPERESTRUCTURA)	HA-30/F/12/XC3	ESTADÍSTICO	
	DEPÓSITOS (SOLERA Y MUROS)	HA-30/F/20/XD2	ESTADÍSTICO	CEMIIIA
	DEPÓSITOS (SUPERESTRUCTURA Y 30CM EN ARRANQUE DE MUROS)	HA-30/F/12/XD2	ESTADÍSTICO	

Los ensayos y pruebas a realizar en los hormigones se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en el vigente Código Estructural.

Dosificación:

La dosificación cumplirá las especificaciones a tal efecto indicadas en el código Estructural en el artículo 43 de estrategia de durabilidad, la vida útil de la obra proyectada es de 100 años. El Ingeniero Director de la Obra, a la vista de los resultados que ofrezcan los ensayos que se realicen con los áridos y cemento de que se disponga para la ejecución de las obras, podrá fijar la dosificación definitiva de cada tipo de hormigón entendiéndose que la determinación de las dosificaciones definitivas consistirán en fijar la cantidad de cemento y los pesos de cada una de las fracciones de los áridos.

Fabricación de hormigones:

Todos los hormigones que se incluyen en este proyecto se deberán fabricar en central con Distintivo Oficialmente Reconocido, en el caso de no disponer de centrales de hormigonado cercanas el Director de la Obra deberá aprobar el empleo del hormigón a utilizar sin este distintivo.

G) PRODUCTOS PARA CURADO DE HORMIGONES

El color de la capa protectora resultante será claro, preferiblemente blanco, para evitar la absorción del calor solar. Esta capa deberá ser aprobada previamente por el Ingeniero Director de la Obra. En caso de la superficie a curar estar en contacto con agua potable el producto deberá estar habilitado para ello.

4.14.2. EJECUCIÓN

En todos los aspectos de puesta en obra del hormigón, se aplicará el Código Estructural y principalmente en su capítulo 11. Además se indican a continuación las principales prescripciones aplicables a la ejecución en sus diferentes fases.

A) VERTIDO

Aspectos generales:

En cuanto al tiempo disponible para la colocación, desde que se añade el agua al cemento hasta finalizar el vertido en los encofrados, será siempre inferior a una hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un fraguado rápido del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior a una hora, pudiendo reducirse en todo caso a juicio de la Dirección de obra. No deben colocarse en obra masas que acusen principio de fraguado, segregación o desecación.

El transporte y colocación del hormigón se hará de modo que no produzca disgregación de sus componentes.

En el transporte podrán utilizarse camiones hormigoneras, volquetes, etc., siempre que su empleo no produzca una pérdida de asiento superior a los límites impuestos. Se prohíbe el empleo de canaletas o dispositivos similares para transportes a más de cuatro metros (4 m) de distancia.

Operaciones previas:

Se dispondrá de una capa de 10 cm de hormigón de limpieza, que proporciona una buena plataforma de trabajo y evita la contaminación del hormigón de cimentación por el suelo, evitando que el hormigón penetre en drenes.

Las barras y elementos embebidos deben mantenerse en su posición con separadores adecuados y atados para evitar desplazamientos durante el hormigonado. Cualquiera que sea el sistema utilizado debe asegurarse que los dispositivos no permiten que las barras se muevan de su posición.

Antes de proceder a su hormigonado, se debe ejecutar una limpieza de los encofrados.

Se deberán retirar todos los alambres de atar en la zona de recubrimiento para evitar manchas de óxido.

Realización del vertido:

El requisito básico en el vertido del hormigón es que se preserve su calidad y uniformidad evitando que segregue. Además, el vertido debe realizarse con cuidado para evitar movimientos de las armaduras o el atado de los encofrados.

- Para minimizar la segregación, el hormigón se verterá en vertical con descarga centrada.
- El hormigón no debe encontrar restricciones hasta el punto de colocación en el encofrado. La corriente de hormigón no debe separarse cayendo libremente sobre barras, espaciadores, mallas u otros medios embebidos. Si los encofrados están suficientemente despejados se puede hacer una descarga directa, en caso contrario habrá que conducirlo hasta el fondo, tanto si la descarga se realiza desde carretilla, cuba, o mediante bombeo.
- El hormigón debe depositarse cerca o en su posición final en los encofrados. Se puede originar segregación si se obliga al hormigón a moverse lateralmente en el encofrado. Los vibradores nunca deben utilizarse para realizar esta operación, ni tampoco debe ser empujado con palas o rastrillos para moverlo grandes distancias. En todo caso no se debe hacer avanzar al hormigón más de 1 m por este procedimiento.
- Si se coloca el hormigón en una superficie inclinada, debe comenzarse por el fondo y moverse hacia arriba para permitir una adecuada consolidación.
- Si en algún caso se observa que hay segregación puede añadirse el árido grueso a la masa de hormigón mezclándolo con una pala, no añadir mortero u hormigón al árido grueso.

- Secuencia de vertido:
 - o En losas, el avance del frente de hormigonado abarcará todo el espesor.
 - o En vigas, se debe hormigonar avanzando desde el extremo, abarcando toda la altura y evitando que en el frente se produzcan segregaciones por escurrir la lechada.
 - o En pilares hay que tener en cuenta que la caída libre máxima admisible es de 2m. Para caídas libre superiores pueden utilizarse trompas de elefante. Además, la velocidad de hormigonado no debe ser superior a 2 m/h para permitir el asentamiento plástico del hormigón. Asimismo, es aconsejable volver a vibrar la capa superficial antes de finalizar el fraguado, para compensar el asentamiento plástico bajo la armadura horizontal. Por la misma razón, debe dejarse transcurrir al menos 2 horas antes de ejecutar el elemento horizontal apoyado en el pilar.
- Verter sobre hormigón ya colocado.
- No verter el hormigón de engrase de bombeo.

Elementos de gran altura:

Si el hormigón se va a colocar desde una altura de más de 2 m, se hará sin que entre en contacto con los encofrados o armaduras, es decir en la zona central del elemento, o en otras áreas suficientemente libres de armaduras, utilizando trompas de elefante que deben permanecer verticales, si se empujan lateralmente originan una caída inclinada del hormigón con riesgo de segregación.

El hormigón de elementos de altura debe colocarse de forma continua para asegurar que cada tongada quedará perfectamente unida a la anterior, y evitar la formación de capas horizontales de lechada. Debe prestarse especial cuidado para que las juntas entre tongadas se vibren bien. Las tongadas deben tener un espesor en función de la potencia del equipo de vibración pero siempre inferior a la longitud del vibrador, y en general entre 30 y 60 cm.

Los encofrados dispondrán de aberturas laterales para permitir una mejor vigilancia de la colocación y compactación, especialmente al fondo del elemento. Estas aberturas serán desde 0,3 m hasta 0,7 ó 1 m de lado y se colocan a un tercio de la altura. El hormigón puede incluso introducirse a través de ellas, con elementos que impidan que golpee los encofrados y armaduras.

Control del vertido:

Previamente al hormigonado, debe hacerse una inspección detallada de la superficie del terreno, encofrados, la disposición de juntas de construcción, drenajes y cualquier otro elemento embebido.

En cimentaciones se cuidará que el hormigonado rellene perfectamente la totalidad de las excavaciones, con objeto de asegurar la transmisión de esfuerzos al terreno, no sólo verticalmente sino también en el sentido horizontal.

Debe tenerse cuidado en asegurar que todas las armaduras son del diámetro y longitud exigidos, están colocadas en la posición correcta, disponen de separadores y están empalmadas de acuerdo a los planos.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la Dirección Facultativa, una vez que se hayan revisado las armaduras ya colocadas en su posición definitiva.

El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido en el que deberán tenerse en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

B) COMPACTACIÓN

Los vibradores empleados serán neumáticos o eléctricos y el modelo elegido será aprobado por el Ingeniero Director de la Obra. A la vista de los modelos de vibradores presentados, la Administración podrá exigir las pruebas previas que estime oportunas y que serán por cuenta del Contratista.

En muros de recinto se utilizará la combinación de vibrado interno y vibrado en encofrados.

El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta hasta la superficie y deje de salir aire.

Vibración interna

- El hormigón debe colocarse en tongadas inferiores a 50 cm, no debiendo ser el espesor de la tongada superior a la altura del vibrador. Igualmente, en muros o pilares cada capa no debe exceder los 50 cm de espesor.
- Los vibradores internos deben ser introducidos verticalmente en el hormigón
- La distancia entre los puntos de introducción del vibrador debe ser del orden de 1.5 veces el radio de acción del mismo, al objeto de garantizar que no quedan zonas sin compactar (generalmente, entre 50 y 75 cm). Una regla empleada a veces en obra establece que la separación entre puntos de inserción de un vibrador puede calcularse como una magnitud comprendida entre 8 y 10 veces el diámetro del mismo.
- Su extracción de la masa de hormigón debe hacerse de forma que se cierre el hueco ocupado por el vibrador.
- Los vibradores no deberían emplearse para empujar horizontalmente el hormigón pues se corre el riesgo de segregación.
- Los puntos altos que hayan quedado como consecuencia del vertido del hormigón pueden nivelarse introduciendo repetidamente el vibrador desde el punto más elevado hacia el exterior.
- En el caso de la primera tongada, el vibrador deberá quedar separado del fondo al menos unos 5 cm. En el resto de las tongadas, deberá introducirse el vibrador de forma que queden cosidas las diferentes capas, para lo que se introducirá en la tongada inferior unos 15 cm.
- En el caso de losas de poco espesor, puede colocarse el vibrador en una posición tan horizontal como sea necesaria, al objeto de que quede totalmente rodeado de hormigón.
- En el caso de elementos de espesor suficiente para hormigonar en varias tongadas, debe asegurarse que cada una de ellas se vierte mientras la anterior presenta todavía un estado plástico, de forma que se permite introducir el vibrador para coser las capas y evita la aparición de juntas frías.
- En el caso de mezclas secas, en el que el hueco dejado por el vibrador al retirarlo no se cierra rápidamente, puede ser conveniente reintroducir el vibrador unos pocos centímetros para resolver el problema.
- En el caso de secciones de hormigón de geometría complicada, debe preverse la apertura de puertas en los encofrados que permitan tanto el hormigonado como la vibración.

Vibración en encofrados

- La distancia entre vibradores debe estar comprendida entre 1.5 y 2.5 metros.
- En espesores superiores a los 30 cm, debe aplicarse una compactación adicional mediante vibradores internos
- Cuando se utilicen vibradores eléctricos aplicados en encofrados de madera, debe tomarse las debidas precauciones para evitar su calentamiento excesivo y posterior incendio.
- Preferiblemente se emplearán encofrados de acero.
- El diseño de los moldes y encofrados debe ser correctamente efectuado para evitar deformaciones excesivas y ser capaces de transmitir adecuadamente la vibración a la masa del hormigón. En general, una placa de acero entre 5 y 10mm suele ser suficiente, si se dispone de una rigidización mediante nervios transversales.
- En el caso de encofrados verticales se dispondrán de apoyos de neopreno u otros elastómeros al objeto de evitar la transmisión de las vibraciones a la bancada o al terreno y prevenir aberturas en las juntas que podrían provocar la pérdida de lechada.
- Los vibradores deben colocarse sobre elementos especiales que transmitan los impulsos a los encofrados. En otro caso, las tensiones localizadas que pueden aparecer en las proximidades del vibrado, puede producir el colapso del encofrado.

Vibración junto a bandas de estanqueidad

Se realizará un vibrado enérgico y especialmente cuidadoso junto a las bandas de estanqueidad.

C) ACABADO

El acabado será alisado con llana.

Las soleras de los depósitos se acabarán mediante dos pasadas de fratasadora mecánica ó "helicópteros", como mínimo.

Los paramentos o superficies de las obras deben quedar con buen aspecto y formas perfectas, cuyas dimensiones responderán fielmente a las medidas indicadas en los planos.

Además, los paramentos deben quedar lisos, sin defectos ni rugosidades y sin que sean necesarios enlucidos, que sólo se aplicarán cuando estén indicados en los planos, o los autorice u ordene el Ingeniero Director de la Obra.

Las irregularidades superficiales se clasificarán en abruptas o graduales, siendo las primeras medibles individualmente y las segundas con respecto al borde inferior de una regla maestra apoyada en la superficie del hormigón, cuya longitud sea de uno con cincuenta metros (1,50 m) en estructuras encofradas y de tres metros (3 m) en estructuras sin encofrar.

En muros y soleras de arquetas se admitirán irregularidades abruptas de tres milímetros (3 mm) y graduales de seis milímetros (6 mm).

Para las restantes superficies encofradas vistas, se admiten irregularidades abruptas de un milímetro (1 mm) y graduales de dos (2 mm). Cuando se trate de superficies que hayan de ser rellenadas posteriormente, se permitirán irregularidades de tres centímetros (3 cm).

La superficie del hormigón de forjados de cubierta quedará perfectamente lisa, para garantizar su impermeabilidad frente a los agentes atmosféricos.

Se deberá cumplir igualmente, valores inferiores a la tolerancias incluidas en el anejo 14 del Código Estructural.

D) CURADO

Curado inicial

El curado inicial se aplicará inmediatamente después de que desaparezca el brillo del agua de exudación. Se realizará mediante nebulizado, reductores de la evaporación o modificando el ambiente mediante sombras, pantalla de viento o recintos.

Curado intermedio

Se aplica cuando la superficie del hormigón se ha acabado (regleteado, fratasado, alisado, etc.), antes de haber alcanzado el fraguado final. El curado puede consistir en mantener los mismos métodos del curado inicial u otros métodos, por ejemplo mediante aspersores o arpilleras húmedas, que no dañen la superficie ya que aún es vulnerable.

Curado final

Se aplica tras el fraguado del hormigón. El curado debe realizarse mediante riego, inundación o aspersión, instalando un sistema fijo y automatizado, como por ejemplo mangueras perforadas o microaspersores, de manera que se asegure su continuidad durante el periodo necesario.

El curado final se mantendrá como norma general durante 7 días, el director de la Obra podrá variar el plazo adaptándose a las condiciones particulares.

En todo caso se respetarán los tiempos mínimos de curado que establece la formulación del artículo 52.5 del Código Estructural.

Las superficies se deben dejar encofradas hasta el final del curado, pero soltando algunos anclajes para separar las superficies y hacer correr el agua en su interior. El hormigón ha de estar siempre humedecido durante el proceso de curado.

El método a emplear en la curación de superficies en contacto con agua, con el fin de garantizar una mejor estanquidad, será mediante inundación o regado controlado con programadores de riego, de tal forma que se asegure una saturación incluso en fines de semana durante 7 días como mínimo.

E) EJECUCIÓN DE LAS ARQUETAS

Las arquetas se ejecutarán una vez montada la calderería y valvulería. Se comprobará que la tornillería esté perfectamente apretada y que las arandelas de anclaje estén centradas en las paredes de las arquetas de hormigón armado. La unión de los pasamuros con lo ejecutado in situ se sellará con perfil hidroexpansivo. Las tapas de fundición deberán quedarse inmediatamente embebidas a la tapa de la arqueta.

4.14.3. CONTROL DE CALIDAD

Se atenderá a lo especificado en los capítulos 13 y 14 del Código Estructural.

En ambientes de hormigón que contengan agua se realizarán ensayos de permeabilidad del hormigón.

Antes de hormigonar los anclajes o arquetas de las distintas partes de la obra, se comprobarán las alineaciones, niveles, aplomos y tornillería, tomando nota en los mismos, para una vez realizado el hormigonado, observar si ha habido algún movimiento que perjudique el correcto funcionamiento. El Ingeniero Director de la Obra dictaminará sobre los resultados obtenidos. Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los conductos, bombas, tuberías, etc., de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

4.14.4. MEDICIÓN Y ABONO

El precio al que se abonará cada hormigón será el que corresponda a su resistencia característica y ubicación, y mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los volúmenes de abono se obtendrán mediante fórmulas geométricas sencillas, para las partes de obra cuya cubicación no esté influida por las excavaciones. No se considerarán abonables los excesos que se produzcan por causas imputables al Contratista.

El volumen de abono correspondiente a las partes de obra en contacto con paramentos de excavación se determinará, si es posible, mediante aplicación de fórmulas sencillas y, en caso contrario, por consideración de los perfiles transversales antes y después de realizada la obra. No se considerará de abono ningún volumen de hormigón que sea consecuencia de excesos de excavación que no sean abonables según las prescripciones del presente Pliego, aunque se hubiese realizado por orden del Ingeniero Director de la Obra.

Cuando la resistencia característica de algún hormigón resultara inferior a la exigida en algún documento del Proyecto, el Ingeniero Director de la Obra, caso de considerarla aceptable, podrá optar entre el abono como defectuoso o aplicar el precio correspondiente a la resistencia que, consignada en su definición, sea la más próxima por defecto a la obtenida.

Artículo 4.15. ELEMENTOS PREFABRICADOS

4.15.1. MATERIALES

A) GENERALIDADES

Se ajustarán el Código Estructural.

Estarán en posesión de un distintivo oficialmente reconocido.

Las formas, cuantías y detalles de los diferentes elementos prefabricados serán los indicados en los planos. No se admitirá, salvo decisión expresa por parte de la Dirección Facultativa, ninguna modificación de las formas que afecte en la apariencia externa de la obra tal y como se define en los planos. Cualquier otra modificación de las cuantías, resistencias de los materiales, detalles o proceso

constructivo definidos en Proyecto podrá someterse por parte del Contratista a la aprobación de la Dirección Facultativa, siempre que esté justificada técnicamente y no suponga menoscabo alguno en la calidad y durabilidad de la obra.

Serán fabricados por una empresa especializada en suministrar productos y servicios normalmente asociados con la construcción prefabricada estructural pesada, dotada de instalaciones fijas con reconocida experiencia en este tipo de prefabricados. El fabricante debe evidenciar la realización de trabajos similares y comparables, y demostrar la capacidad de sus equipos técnico, de fabricación y de servicios, para la realización de los trabajos de acuerdo con las presentes especificaciones.

En los talleres donde construyan los elementos resistentes de hormigón armado deberá existir, con carácter de permanencia y plena autoridad, un técnico especializado, con título expedido por una Escuela Técnica de Grado Superior o Medio, personalmente responsable del exacto cumplimiento, durante todo el proceso de fabricación, tanto de las disposiciones contenidas en estas especificaciones como de las prescripciones adicionales que la Dirección de Obra estime necesarias para la correcta ejecución de los elementos.

El personal asignado por la Dirección de Obra tendrá acceso permanente a las instalaciones de prefabricación, pudiendo seguir todas las operaciones y fases en el proceso de prefabricación.

La realización en taller se llevará a cabo de conformidad con los Planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, según los cuales la Empresa Prefabricadora preparará los planos de taller precisos para la ejecución de las piezas. Estos planos de taller se someterán a la Dirección de Obra para su aprobación definitiva, antes de dar comienzo a la fabricación en taller. La aprobación de los mismos no exime de la responsabilidad que pudieran contraer por errores resistentes. Contendrán de manera inequívoca:

- Las dimensiones necesarias para definir exactamente todos los elementos de la estructura.
- Las contraflechas de ejecución.
- La forma y dimensiones de las uniones entre piezas prefabricadas y con el resto de la estructura.
- Las tolerancias de fabricación.

La Empresa Prefabricadora suministrará asimismo los planos de montaje y ensamblaje en obra, junto a las marcas de identificación de cada una de las piezas, dispuestas en las zonas que queden no vistas una vez terminada la estructura.

Quedará perfectamente clara la forma y secuencia de cada una de las operaciones de montaje. En aquellas superficies de los elementos prefabricados en las que posteriormente se coloquen hormigones in situ con los que debe garantizarse la adecuada transmisión de tensiones de cizallamiento, se garantizará la adecuada rugosidad del elemento prefabricado mediante el rascado con peine de púas u otro sistema análogo.

Posteriormente, en obra, la Empresa Constructora deberá proceder, antes del vertido del hormigón in situ a la adecuada limpieza de la superficie con chorro de agua, o de arena si fuera necesario.

La Empresa Prefabricadora deberá definir los aparatos de sujeción de los elementos prefabricados, tanto durante la fabricación y apilado en taller como durante el transporte a obra y montaje de las piezas, realizando los planos correspondientes para su completa definición, que se someterán a la

Dirección de Obra para su aprobación definitiva. Los elementos prefabricados se sujetarán, durante la fabricación, apilado, transporte y montaje, solamente de los aparatos de sujeción que estén señalados en estos planos. El transporte, el apilado en obra y el montaje se deben efectuar con equipos y métodos aceptables y por personal cualificado con experiencia en este tipo de trabajos.

En el caso de que sea preciso acopiar elementos en obra, el Contratista general deberá proporcionar los elementos accesorios para el perfecto apilado de las piezas siendo obligación del fabricante definir la forma en que ha de realizarse.

B) LOSAS Y PLACAS PREFABRICADAS

Las losas aligeradas prefabricadas para forjados de cubierta serán de hormigón pretensado. Procederán de un fabricante especializado, que deberá aportar la correspondiente autorización de uso.

La empresa suministradora de prefabricados aportará la justificación del Estado Límite de Durabilidad declarado en la obra.

No presentarán fisuras longitudinales en sus extremos.

La tolerancia máxima de la dimensión transversal de las losas será de $\pm 0,5$ cm. La tolerancia máxima en la dimensión longitudinal, será de $+1,5$ cm.

Para la cubierta de los forjados se utilizará las placas prefabricadas tipo alveolar de las siguientes características:

- Canto variable, mínimo 20 cm o según indicaciones de la Dirección de Obra y Cálculos estructurales.
- Se usará hormigón $f_{ck} \geq 40$ kN/mm²
- Recubrimiento según Código Estructural con clase de exposición especificada para la estructura
- Los valores que deberían de resistir sin la aportación de la capa de compresión y sin alcanzar el estado de descompresión serán los indicados en el anejo de cálculo y en planos para las cargas totales.
- Será adecuado para un ambiente XD2.
- La flecha máxima bajo la carga total será inferior a 1/250 de la luz de cálculo.

C) VIGAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN ARMADO

Seguirán las prescripciones de materiales de este pliego relativo al acero corrugado, encofrados y hormigón.

D) VIGAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN PRETENSADO

Los materiales a emplear serán:

- Hormigón HP-50/P/20/IIb+F
- Armaduras pasivas de acero corrugado B-500-SD.
- Armaduras activas de acero Y 1860 S7, con una carga unitaria máxima de $f_{m\acute{a}x}$. de 1.860 N/mm².

El desbloqueo de anclajes exteriores de armaduras activas, para transmitir el pretensado al hormigón, se efectuará de forma suave y no se llevará a cabo hasta que la resistencia característica del hormigón alcance los cuatrocientos kilopondios por centímetro cuadrado (400 Kp/cm²), y no antes de 48 horas.

E) ARQUETAS PREFABRICADAS

Para la construcción de arquetas o pozos de registro que así lo indiquen los planos, se usarán conos y aros prefabricados de fabricantes especializados. Estos elementos cumplirán las especificaciones incluidas en la norma UNE-EN 1917:2008 "Pozos prefabricados de hormigón para conducciones sin presión".

F) HORMIGONES SIN RETRACCIÓN

Para la unión de algunas piezas prefabricadas entre sí o con otras piezas, podrán emplearse morteros de árido fino sin retracción tipo Grout o similar que cumplirán las siguientes condiciones:

- Resistencia mínima 400 Kg/cm²
- Retracción prácticamente nula.
- No sufrirán oxidaciones o alteraciones por ataques de los agentes atmosféricos, por tanto no tendrán productos férricos en su composición.

4.15.2. EJECUCIÓN

A) PLACAS ALVEOLARES

Durante el acopio en obra las placas prefabricadas se mantendrán limpias y se apilarán, en su posición de trabajo, sobre durmientes que coincidan con la vertical, no permitiéndose vuelos mayores de 50 cm, si alturas de pila mayores a 1.5 metros. En ningún caso deberá cargarse la zona volada. Durante el transporte se seguirán normas de apilado semejantes.

Si durante las operaciones previas a su colocación, resultara dañada alguna, de forma que pudiera comprometer su capacidad resistente se desechará.

Cada placa se elevará con las precauciones indicadas hasta el lugar asignado y se depositará suavemente sobre sus apoyos, asegurándose que quede bien asentada. Una vez situadas se procederá a colocar las armaduras in situ señaladas en el proyecto.

La entrega de las placas sobre un apoyo directo, no será inferior a 5 cm. En todo caso, el enlace del forjado con sus apoyos, directos o indirectos, se realizará como se detalla en los planos.

Cuando las placas lleven cortes, cajeados o taladros, se cuidará de que su situación coincida con la señalada en los planos, de manera que se acoplen adecuadamente a los elementos correspondientes.

B) VIGAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN ARMADO

Seguirán las prescripciones de ejecución de este pliego relativo al acero corrugado, encofrados y hormigón.

C) VIGAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN PRETENSADO

Los vehículos de transporte y los dispositivos de montaje elegidos por el Contratista deberán ser aprobados siempre por el Ingeniero Director de las obras. Habrán de ser dimensionados, como mínimo, para la capacidad portante requerida para el transporte y la colocación de las vigas. Los cálculos estáticos y los planos de construcción correspondientes (en especial para el equipo de montaje) deberán ser presentados a la aprobación del Ingeniero Director de las obras con la suficiente antelación al comienzo de los trabajos de colocación.

La superficie de apoyo de las vigas sobre los vehículos de transporte, deberá configurarse de tal forma (disponiendo, por ejemplo, aparatos de apoyo de material elastomérico) que se excluya con toda seguridad cualquier daño de los elementos prefabricados durante la carga y descarga y durante el transporte. Los distintos tipos de vigas prefabricadas se colocarán en sus respectivos lugares de emplazamiento, de acuerdo con las siguientes instrucciones: En las operaciones de elevación y descenso de las vigas, para su transporte y colocación, éstas se sujetarán únicamente en los dispositivos previstos a tal fin en sus culatas. Durante el transporte, almacenamiento, etc., las vigas prefabricadas sólo deberán apoyarse en los puntos indicados en los Planos del Proyecto. Cuando vayan sobre vehículos de transporte se asegurarán de tal forma que no puedan volcar o estar expuestas a sollicitaciones imprevistas por giro o golpes.

Si el transporte de las vigas prefabricadas se realiza por carretera, las vías de obra entre la fábrica de vigas y el lugar de colocación habrán de acondicionarse para asegurar un transporte sin sacudidas, golpes o peligros de cualquier clase. En el momento de colocar las vigas, los lechos de mortero de los aparatos de apoyo deberán haber alcanzado la resistencia a compresión exigida. Se pondrá especial cuidado en la colocación correcta de las vigas sobre aparatos de apoyo. Si en el curso de estos trabajos quedase dañado algún aparato de apoyo, será sustituido inmediatamente por otro en perfectas condiciones, sin que para ello fuesen necesarias órdenes especiales del Ingeniero Director de la obra.

Tanto el transporte como la colocación de las vigas se realizarán solamente a las órdenes y bajo control de un Ingeniero con experiencia en el lanzamiento de vigas prefabricadas. El Contratista presentará a la aprobación del Ingeniero Director de las obras un programa detallado para el lanzamiento de las vigas, en el cual figurarán el desarrollo temporal de los trabajos, así como el personal y la maquinaria que intervendrán en esta operación. Asimismo, habrá de comunicarse al Ingeniero Director de las obras con la suficiente antelación (como mínimo 24 horas) cualquier montaje o lanzamiento de vigas prefabricadas. La colocación de la viga se realizará de manera que no reciba golpes que la puedan afectar. Para su elevación se utilizarán puntos preparados al efecto, en los lados extremos de las vigas.

D) ARQUETAS PREFABRICADAS

Para un apoyo uniforme con el cimientado se extenderá una cama de arena o gravilla nivelada, cuidando la operación de descanso de la arqueta ya cerca de su posición final.

4.15.3. CONTROL DE CALIDAD

A) GENERALIDADES

Control de recepción

A su llegada a la obra se deberá comprobar la uniformidad dimensional de las piezas, así como la idoneidad de ejecución de las mismas. No deben presentar grietas apreciables, ni coqueras. Tampoco se deben apreciar variaciones dimensionales de importancia entre unas y otras. Se inspeccionará su estado a la llegada, no presentarán superficies deslavadas, aristas decantadas, discontinuidades en el hormigón o armaduras visibles. Si la rotura de las mismas es excesiva la Dirección de Obra podrá exigir su retirada de la misma.

B) PLACAS ALVEOLARES

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el Código Estructural en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

C) VIGAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN ARMADO

Seguirán las prescripciones de control de este pliego relativo al acero corrugado, encofrados y hormigón.

D) VIGAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN PRETENSADO

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el código Estructural en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

E) ARQUETAS PREFABRICADAS

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el Código Estructural en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

Una vez ejecutada la colocación de las mismas y concluidas todas las operaciones de impermeabilización la Dirección de las Obras puede ordenar la comprobación de la estanqueidad de los vasos creados mediante llenado de los pozos, previa obstrucción de la salida del agua. La condición a aplicar es que no se debe apreciar disminución reseñable del nivel del agua 48 horas después de llenados.

4.15.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán en metros cuadrados en el caso de las placas prefabricadas y forjado, en metros lineales para la imposta y vigas prefabricadas, y en unidades para las gárgolas, arquetas, etc.. y se abonarán mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Estos precios incluirán el suministro y colocación de todos los materiales, así como los medios materiales auxiliares para acopio, izado y colocación, incluso maquinaria y mano de obra necesaria para su fabricación, así como su traslado a obra, acopio y colocación en obra.

Artículo 4.16. ACERO ESTRUCTURAL

4.16.1. MATERIALES

El tipo de acero a emplear en perfiles laminados y placas será S275JR ó S355JR según las indicaciones en planos, según clasificación de la Norma UNE 36004 (Euro Norma UNE EN 10 020).

Serán de aplicación las especificaciones que sobre los aceros para perfiles y placas conformados se prescriben en el Código Estructural.

El almacenamiento se realizará de forma que no están expuestos a una oxidación directa, a la acción de atmósferas agresivas, ni se manchan de grasa, ligantes o aceites.

4.16.2. EJECUCIÓN

Serán de aplicación el capítulo 21 del Código Estructural

4.16.3. CONTROL DE CALIDAD

Serán de aplicación los capítulos 23 y 24 del Código Estructural

4.16.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán por kilogramo (kg) realmente colocado de perfiles metálicos, tornillos y chapas atendiendo a los planos aprobados, incluso suministro y montaje incluyendo apriete de tornillos y soldaduras, incluso pintado o galvanizado con la aplicación de los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Artículo 4.17. FÁBRICA DE LADRILLO

4.17.1. MATERIALES

A) ARENA PARA MORTEROS

La arena empleada cumplirá las especificaciones establecidas para el árido fino en el Art. 30 del Código Estructural relativo a áridos para hormigones.

La arena que se emplee en la elaboración de morteros destinados a rejuntados y enlucidos será de la llamada fina, cuyos granos no debe tener ninguna dimensión mayor de un (1) milímetro. Se exigirá que reúna esta condición por lo menos el noventa por ciento (90%) en peso de arena.

La arena destinada a la confección de morteros para asiento de fábrica deberá contener granos de tamaño grueso, medio y fino, sin que el mayor de ellos exceda de cinco (5) milímetros.

Las características de la arena para morteros se comprobarán antes de su utilización, mediante la ejecución de los ensayos, cuya frecuencia y tipo señale el Ingeniero Director de la Obra.

B) CEMENTOS

El cemento empleado, deberá ajustarse a lo indicado en el Instrucción para la recepción de cementos RC-16. (Real Decreto 256/2016, de 10 de junio).

- Transporte y almacenamiento del cemento: Se cumplirá lo establecido en el Capítulo IV de la Instrucción RC-16 sobre el almacenamiento manipulación y uso de los cementos.
- Ensayos de recepción y control: Se cumplirá lo establecido en el capítulo III de la Instrucción RC-16 sobre La recepción.

C) AGUA

Cumplirá todas las especificaciones incluidas en el Código Estructural.

D) MORTEROS

Se consideran las siguientes clases de mortero con arreglo a la cantidad de kilogramos de cemento contenidos en el metro cúbico de la masa.

Mortero número 1, para fábricas de ladrillo. Dosificación: trescientos (300) kilogramos de cemento por metro cúbico de mortero.

Mortero número 2, para enlucidos impermeables. Dosificación: quinientos (500) kilogramos de cemento por metro cúbico de mortero.

E) LADRILLOS

Los ladrillos serán homogéneos, de grano fino y uniforme, de textura compacta y capaz de soportar sin defectos una presión de doscientos kilogramos por centímetro cuadrado (200 kg/cm²).

Carecerán de manchas, eflorescencias, quemados, grietas, coqueas, planos de exfoliación y materias extrañas que puedan disminuir su resistencia y duración. Darán sonido claro al ser golpeados con un martillo y serán inalterables al agua. Tendrán asimismo, la suficiente adherencia a los morteros.

Su capacidad de absorción de agua será inferior al catorce por ciento (14%) en peso, después de una inmersión de veinticuatro (24) horas.

Estarán perfectamente moldeados y presentarán aristas vivas y caras planas, sin imperfecciones ni desconchados aparentes.

Sus dimensiones serán de veinticuatro (24) centímetros de soga, once centímetros y medio (11,5) de tizón y cuatro (4) centímetros de grueso.

4.17.2. EJECUCIÓN

Antes de su colocación en obra los ladrillos deberán ser saturados de humedad, aunque bien escurridos del exceso de agua con objeto de evitar el deslavamiento de los morteros. Deberá demolerse toda fábrica en que el ladrillo no hubiese sido regado o lo hubiese sido insuficientemente a juicio del Ingeniero Director de la Obra.

El asiento del ladrillo se efectuará por hiladas horizontales, no debiendo coincidir en un mismo plano vertical las juntas de dos hileras consecutivas.

Los tendeles no deberán exceder en ningún punto de quince milímetros (15 mm) y las juntas no serán superiores a nueve milímetros (9 mm) en parte alguna.

Para colocar los ladrillos, una vez limpios y humedecidas las superficies sobre las que han de descansar, se echará el mortero en cantidad suficiente para que comprimiendo fuertemente sobre el ladrillo y apretando además contra los inmediatos, queden los espesores de juntas señalados y el mortero refluya por todas partes.

Las juntas en los paramentos que hayan de enlucirse o revocarse quedarán sin rellenar a tope, para facilitar la adherencia del revoco o enlucido que completará el relleno y producirá la impermeabilización de la fábrica de ladrillo.

4.17.3. CONTROL DE CALIDAD

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el CTE- DB SE-F en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

4.17.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metro cuadrado (m²) de superficie medidas a cinta corrida, realmente ejecutadas y terminadas según especificaciones de planos y del Ingeniero Director de las Obras y se abonarán mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En los precios se considera incluido el suministro, puesta en obra y ensayo de los materiales, la ejecución y control de las fábricas, así como todos los medios, maquinaria y mano de obra necesarias para la correcta ejecución de estas unidades de obra. Se incluye también todas las piezas especiales necesarias para ejecutar, remates, huecos, zunchos de arriostramiento, vierteaguas, piezas en esquina, etc., así como los materiales necesarios para colocarlas y ejecutarlas correctamente.

Artículo 4.18. FÁBRICA DE BLOQUES DE HORMIGÓN

4.18.1. MATERIALES

Los bloques a utilizar serán de hormigón vibrocomprimido de 200x200x400 mm, con certificado de calidad homologado y con terminaciones y colores indicados en planos.

Los materiales empleados en la fabricación de los bloques de hormigón cumplirán con la norma UNE correspondiente en vigor sin perjuicio de lo establecido en el Código Estructural, RC-16 y la legislación sobre homologación de cementos vigentes.

En el albarán y, en su caso en el empaquetado deberán figurar como mínimo, los siguientes datos: nombre del fabricante, marca, designación del bloque y certificado de calidad.

El tipo de mortero a usar mortero hidrófugo 1:6 con el color del bloque.

4.18.2. EJECUCIÓN

La ejecución de las fábricas cumplirá la DB SE-F del CTE.

No se emplearán los bloques antes de tres semanas a partir de su fabricación.

Los bloques deberán humedecerse inmediatamente antes de su colocación evitando el incremento de contenido de agua por lluvia u otras causas.

Los bloques se colocarán de modo que las hiladas queden perfectamente horizontales y bien aplomadas, teniendo en todos los puntos el mismo espesor. Cada bloque de una hilada cubrirá a los de la hilada inferior por lo menos en 1/3 de su longitud. Los bloques se ajustarán mientras el mortero esté todavía blando, para asegurar una buena unión del bloque con el mortero y evitar que se produzcan grietas.

4.18.3. CONTROL DE CALIDAD

El control de los materiales se realizará según los artículos correspondientes del Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción (RB 90).

En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada «Marca de Calidad» homologada podrán suprimirse los ensayos, recogido en el pliego RB-90 previa autorización del Ingeniero Dirección de Obra tras estudiar los certificados del producto.

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el CTE- DB SE-F en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

4.18.4. MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono se efectuará por los metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, medidos sobre los planos descontando huecos, siempre que cumpla lo indicado en este proyecto y las órdenes del Ingeniero Director de las Obras, a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos..

El precio incluye el material en obra, colocación y cuantos medios materiales, auxiliares, operaciones y piezas especiales sean necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 4.19. ENLUCIDOS Y ENFOSCADOS

4.19.1. MATERIALES

Además de los materiales correspondientes a las fábricas se especifican a continuación:

A) YESO BLANCO

Deberá cumplir las siguientes condiciones:

- El contenido en sulfato cálcico semihidratado será como mínimo del sesenta y seis por ciento
- El fraguado no comenzará antes de los dos minutos y no terminará después de los treinta minutos
- El residuo en tamiz 1.6 UNE 7050 no será mayor de uno por ciento
- En tamiz 0.2 UNE 7050 no será mayor del diez por ciento

- En tamiz 0.08 UNE 7050 no será mayor del veinte por ciento
- Las probetas prismáticas 4*4*16 cm de pasta normal ensayadas a flexión con una separación entre apoyos de 10.67 cm resistirán una carga central de ciento sesenta kilogramos como mínimo
- La resistencia a compresión medida sobre medias probetas procedentes de ensayo a flexión será como mínimo de cien kilogramos por centímetro cuadrado. La toma de muestras se efectuará como mínimo de un 3% de los sacos, mezclando el yeso procedente de los diversos sacos hasta obtener por cuarteo una muestra de diez kilogramos como mínimo. Los ensayos se realizarán según las normas UNE-EN 13279-2:2014 y UNE-102042:2014.
- La resistencia mecánica a flexotracción mínima será de 25 kp/cm²

4.19.2. EJECUCIÓN

Los enlucidos con mortero de cemento se ejecutarán con las características y espesores establecidos en el Proyecto. Los enfoscados tendrán un espesor mínimo de veinte (20) milímetros. Sobre ladrillo se ejecutarán empapando previamente de agua la superficie de la fábrica.

Los enlucidos sobre hormigones se ejecutarán rascando y picando previamente la superficie, para obtener una buena adherencia. Al tiempo de aplicar el mortero a la superficie que se enluzca, se hallará ésta húmeda, pero sin exceso de agua que pudiera deslavar los morteros.

El enlucido deberá hacerse en general en una sola capa, arrojando el mortero sobre la superficie, de modo que quede adherida a ella, alisándolo después convenientemente, fratasando, es decir presionando con fuerza con pala de madera.

Los enlucidos se mantendrán húmedos por medio de riegos muy frecuentes durante el tiempo necesario, para que no sea de temer la formación de grietas por desecación.

Se levantará, picará y rehará, por cuenta del Contratista, todo enlucido que presente grietas, o que por el sonido que produzca al ser golpeado, o por cualquier otro indicio, se aprecie que está al menos parcialmente desprendido del paramento de la fábrica.

Los enfoscados deberán quedar con superficie rugosa de modo que pueda adherirse perfectamente el enlucido posterior sobre ella.

Los enlucidos de yeso presentarán una superficie perfectamente lisa y se ejecutarán con yeso blanco.

4.19.3. CONTROL DE CALIDAD

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el CTE en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

4.19.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metro cuadrado (m²) de superficie medidas a cinta corrida, realmente ejecutadas y terminadas según especificaciones de planos y del Ingeniero Director de las Obras y se abonarán mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En los precios se considera incluido el suministro, puesta en obra y ensayo de los materiales, la ejecución y control de las fábricas, así como todos los medios, maquinaria y mano de obra necesarias para la correcta ejecución de estas unidades de obra. Se incluye también todas las piezas especiales necesarias para ejecutar, remates, huecos, zunchos de arriostamiento, vierteaguas, piezas en esquina, etc, así como los materiales necesarios para colocarlas y ejecutarlas correctamente.

Artículo 4.20. POLIESTIRENO EXPANDIDO

4.20.1. MATERIALES

El poliestireno expandido empleado en planchas, para la realización de juntas, cumplirá las condiciones siguientes:

Las planchas no deberán deformarse ni romperse por el manejo ordinario a la intemperie, ni volverse quebradizas en tiempo frío, rechazándose las que aparezcan deterioradas.

4.20.2. EJECUCIÓN

Las dimensiones de las planchas se ajustarán a las que figuran en los Planos, admitiéndose las siguientes tolerancias en mas o menos: dos (± 2) milímetros en el espesor, tres (± 3) milímetros en altura y seis (± 6) milímetros en la longitud.

4.20.3. CONTROL DE CALIDAD

La casa fabricante deberá presentar certificado de calidad homologado del producto suministrado, que garantice la conformidad con lo especificado en este Pliego, y el control de calidad realizado en fábrica de la partida enviada, siendo aprobado previamente por el Ingeniero Dirección de Obra.

4.20.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metro cuadrado (m^2) de superficie medidas a cinta corrida, realmente ejecutadas y terminadas según especificaciones de planos y del Ingeniero Director de las Obras y se abonará mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En los precios se considera incluido el suministro, puesta en obra, así como todos los medios, maquinaria y mano de obra necesarias para la correcta ejecución de estas unidades de obra. Se incluye también todas las piezas especiales necesarias para ejecutar, remates, huecos, , etc, así como los materiales necesarios para colocarlas y ejecutarlas correctamente.

Artículo 4.21. APOYOS ELASTOMÉRICOS

4.21.1. MATERIALES

Las características mecánicas del elastómero para apoyos serán:

- Dureza Shore: 60 ± 3
- Módulo de elasticidad transversal final: $>10 \text{ kg/cm}^2$
- Alargamiento en rotura: $>350\%$

- Carga de rotura a tracción: $>150 \text{ kg/cm}^2$

En cualquier caso, antes de su adquisición, el Contratista debe obtener la conformidad del Ingeniero Director de la Obra, que comprobará que el material se ajusta a las hipótesis de cálculo realizadas y a las especificaciones de los planos.

4.21.2. EJECUCIÓN

Se ejecutarán colocándose en su posición según especificaciones definidas en planos, las superficies de apoyo deberán de estar limpias en todas sus caras antes del hormigonado o la instalación del elemento prefabricado.

Una vez ejecutado el elemento superior al apoyo se comprobará que no se ha modificado su posición.

4.21.3. CONTROL DE CALIDAD

La casa fabricante deberá presentar certificado de calidad homologado del producto suministrado, que garantice la conformidad con lo especificado en este Pliego, y el control de calidad realizado en fábrica de la partida enviada, siendo aprobado previamente por el Ingeniero Dirección de Obra.

4.21.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por la unidad del cuadro de precios, realmente ejecutadas y terminadas según especificaciones de planos y del Ingeniero Director de las Obras y se abonarán mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos..

En los precios se considera incluido el suministro, puesta en obra, así como todos los medios, maquinaria y mano de obra necesarias para la correcta ejecución de estas unidades de obra. Se incluye también todas las piezas especiales necesarias para ejecutar, remates, huecos, etc., así como los materiales necesarios para colocarlas y ejecutarlas correctamente.

Artículo 4.22. IMPERMEABILIZACIÓN INTERIOR EN JUNTAS DE DILATACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

4.22.1. MATERIALES

El Contratista someterá con suficiente antelación a la aprobación del Ingeniero Director de la Obra el producto a utilizar, acompañando suficientes referencias relativas a su comportamiento en obras similares.

En todo caso, el producto a emplear deberá contar con los certificados de aptitud para productos en contacto con el agua potable.

A) BANDAS DE ESTANQUEIDAD DE PVC "WATER-STOP"

Las bandas de estanqueidad deben de tener una elongación admisible igual o superior que la considerada en el anejo de cálculo, incluso frente al sismo. Además debe de ser adecuada para las presiones de máxima altura de agua hasta salida natural de agua.

Las juntas de estanqueidad para juntas de retracción y de trabajo serán convencionales de doble ala, mientras que para las de dilatación serán con fuelle central.

Las bandas de PVC estarán constituidas por un material flexible, termoplástico, a base de policloruro de vinilo (PVC) virgen modificado con caucho nitrílico, con diferentes secciones y dimensiones según las solicitudes que deban satisfacer.

Las características mecánicas que deberán cumplir son:

- | | |
|---|-------------------|
| - Densidad (Kg/l) | 1,27 |
| - Dureza Shore A | 70 – 75 |
| - Resistencia a tracción (kg/cm ²) | > 130 |
| - Alargamiento a rotura | > 300 % |
| - Temperatura de servicio | De -35°C a + 55°C |

B) JUNTAS EXPANSIVAS

Las juntas expansivas utilizadas para la impermeabilización del arranque de los muros, en su unión a las zapatas están constituidas de un material expansible que colocado entre las juntas de hormigón al entrar en contacto con el agua expanden y sellan la junta logrando una estanqueidad total. Serán de las siguientes características:

- Material de cloropreno hidrofílico
- Expansión de su volumen de al menos hasta 8 veces su volumen
- Armado con neopreno longitudinalmente para evitar su expansión en esta dirección
- Recubierto superficialmente de revestimiento retardador de expansión, de al menos 16 horas, para evitar la reacción con el agua de hidratación del hormigón

C) JUNTAS MIXTAS TIPO KAB O SIMILAR

Las especificaciones cumplirán lo especificado en los dos apartados anteriores

D) SELLADO DE JUNTAS

El producto utilizado para el relleno de juntas será una masilla elástica de caucho sintético a base de tiokol epoxi o producto similar de base. Deberá tener una gran adherencia con el hormigón, ser resistente a la acción del agua clorada y endurecer en frío.

- Características mecánicas a 20 °C tras 7 días:
- Resistencia a tracción en rotura (ASTM D638-03): 0,24 +/- 0,2 MPa
- Elongación en rotura (ASTM D638-03): 530 +/- 4%
- Modulo elástico (ASTM D638-03): 0,066 +/-0,014 MPa
- Adherencia al hormigón: Mayor que la resistencia a tracción

4.22.2. EJECUCIÓN

Las dispuestas serán:

- Juntas de construcción en solera y en muros de 240 mm de ancho, colocación centrada.
- Juntas de dilatación de 320 mm de ancho con bulbo central

- Juntas en arranque de muros combinada tipo KAB de ISOCRON o similar de 150 mm
- Juntas expansivas

La sustitución por otro tipo debe de contar con la aprobación de la Dirección de Obra.

En los planos del depósito se indican exhaustivamente las juntas de construcción y de dilatación, así como el detalle de su ejecución y de su impermeabilización. Se prohíbe terminantemente ninguna otra junta sin la aprobación del Ingeniero Director de Obra.

Deberá disponerse de piezas especiales que garanticen la estanqueidad en el cruce de tubos, barras y otros elementos que tengan que atravesar las bandas.

Se dejarán las juntas abiertas durante cinco (5) días para permitir que se complete la contracción térmica inicial del hormigón. Este período puede modificarse en función de las condiciones específicas en la obra bajo autorización del Director de Obra.

En las juntas de dilatación, se dispondrá de un material de relleno que regule la profundidad de la junta. Se dispondrá además un sellado con el mastic de caucho de polisulfuro.

A) BANDAS DE ESTANQUEIDAD DE PVC "WATER-STOP"

La unión entre bandas en cruces y "T" deberá hacerse por personal cualificado y por un sistema aprobado por el fabricante. Las uniones se efectuarán por procedimiento de unión en caliente de forma que la resistencia de la unión sea, al menos, la de la propia banda. Se deberán realizar el mínimo de soldaduras en obra. No se permitirá la realización de uniones o empalmes mediante adhesivos. Las uniones en ángulo, intersecciones y cambios de ancho sean realizadas mediante piezas especiales preparadas en taller de forma que en la obra solo tengan que realizarse las uniones a tope.

La banda de estanqueidad debe de sujetarse a la armadura durante el hormigonado mediante dispositivos diseñados para tal fin, deben mantenerse firmemente en posición correcta mientras se produce el hormigonado. El hormigón debe compactar de forma adecuada alrededor de los bordes para evitar que queden asperezas o zonas porosas.

En obras de hormigón armado, las bandas irán reforzadas y perforadas para atarlas a las armaduras y que queden mantenidas firmemente en posición correcta mientras se produce el hormigonado. El hormigón debe compactar de forma adecuada alrededor de los bordes para evitar que queden asperezas o zonas porosas.

Al reanudar el hormigonado, se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido suelto, y si hubiera sido encofrada se picará convenientemente. A continuación, y con la suficiente antelación al hormigonado, se cepillará y humedecerá la superficie del hormigón endurecido, saturándolo sin encharcarlo. A continuación se reanudará el hormigonado, cuidando especialmente la compactación en las proximidades de la junta.

B) JUNTAS EXPANSIVAS

Será necesaria una limpieza de la zona donde se va adherir la misma con cepillo de púas metálicas. El hormigón sobre el que se coloca debe estar plano, libre de polvo, agentes de curado y áridos disgregados o mal adheridos.

Se unirá al hormigón mediante un adhesivo de poliuretano a lo largo de todo el perfil y se colocarán clavos de hormigón cada 30 ó 40 cm para asegurar su correcta unión con el soporte de hormigón.

Los empalmes longitudinales se harán a testa y nunca por solape, ayudándonos con adhesivo de poliuretano. Los empalmes en ángulo, tanto en el plano de los dos perfiles como en distinto plano, se harán también por contacto simple fijando bien con adhesivo, nunca solapando.

No exponer a la acción de la lluvia, agua, etc. antes de su colocación. Una vez colocada, se protegerá también de la lluvia, aguas subterráneas, etc. hasta que la junta sea cubierta con el segundo hormigón fresco.

4.22.3. CONTROL DE CALIDAD

En el caso en que la fabricación de los productos esté amparada por determinada "Marca de calidad" concedida por una entidad independiente del fabricante y de solvencia técnica suficiente, de tal modo que puedan garantizar que el proyecto cumple las condiciones de este Pliego, por constatación periódica de que en fábrica se efectúa un adecuado control de calidad mediante ensayos y pruebas sistemáticas, las pruebas de recepción podrán disminuirse en intensidad respecto a la indicada en la cuantía que determine el Ingeniero Director en base a las características particulares de la obra y del producto de que se trata, e incluso podrán suprimirse total o parcialmente cuando el Ingeniero Director lo considere oportuno.

En este caso, todos los envíos a obra irán acompañados de un certificado del fabricante o Documento de Identidad Técnica, que garantice la conformidad con lo especificado en este Pliego, y el control de calidad realizado en fábrica de la partida enviada.

A la entrega del suministro se entregará un albarán con los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora
- Fecha de suministro
- Identificación y vehículo que lo entrega
- Cantidad que se suministra
- Denominación del material
- Nombre y dirección del comprador y destino
- Referencia del pedido

A) BANDAS DE ESTANQUEIDAD DE PVC "WATER-STOP"

Los ensayos de recepción, se efectuarán conforme a la siguiente normativa:

- Densidad, según UNE-EN ISO 1183-2:2019 Materiales plásticos. Determinación de la densidad y de la densidad relativa de los materiales plásticos no celulares. Métodos de ensayo.
- Dureza Shore A, según 53.130 1R/91 Plásticos. Determinación de la dureza Shore A y D de los materiales plásticos y elastómeros vulcanizados.
- Resistencia al desgarro, según UNE-ISO 34-1:2011
- Resistencia a tracción y alargamiento a la rotura, según 53.510 2R/85 Elastómeros.

Determinación de las propiedades en tracción.

Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá ésta misma sobre dos muestras más tomadas del mismo pedido. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el pedido, aceptándose si el resultado de ambas es satisfactorio.

Debe de realizarse una comprobación de sujeción y uniones de la banda previamente al hormigonado.

B) JUNTAS EXPANSIVAS

Para comprobar su idoneidad se tomará una muestra de 5 cm por cada 75 m y se sumergirá en agua comprobando que no empieza la expansión antes de 14 h (revestimiento retardante), que la expansión comienza antes de 24 h y finaliza a los diez días con un aumento de volumen del 800% del material hidroexpansivo.

4.22.4. MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono se efectuará por los metros lineales (ml) realmente ejecutados, medidos sobre los planos, siempre que cumpla lo indicado en este proyecto y las órdenes del Ingeniero Director de las Obras, a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos..

El precio incluye el material en obra, los ensayos, la preparación de la junta, colocación y cuantos medios materiales, auxiliares, operaciones y piezas especiales sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 4.23. CARPINTERÍA METÁLICA

4.23.1. MATERIALES

Los perfiles empleados en la confección de ventanas y puertas metálicas, o aluminio serán las determinadas en proyecto y cumplirán todas las prescripciones legales. No se admitirán rebajas ni curvaturas rechazándose los elementos que adolezcan de algún defecto de fabricación, se ajustará en cuanto a la cerrajería al R.D. 314/2006.

La carpintería exterior para ventanas será de perfiles metálicos especiales y junquillos de latón a presión para acristalar. Se la someterá a pruebas de estanqueidad: mediante manguera a presión tipo ducha durante 8 horas, estando totalmente colocado el vidrio, masilla, etc.

Los desplomes admisibles serán de 2 mm en un metro.

Se deberá usar aluminio para las barandillas, acero para las escaleras y hierro para las puertas y ventanas y cumplirán las especificaciones de la Normativa vigente.

4.23.2. EJECUCIÓN

Hechas en el taller las piezas definidas en los planos, el Contratista habrá de prever en la obra todos los detalles para la recepción y el perfecto ajuste, teniendo mucho cuidado en el aplanado, alineación y cotas de los diversos cercos y contracercos, así como de la sujeción en la obra, atendiendo a la estanqueidad de las uniones con los paramentos de fachada (tapajuntas) y la perfecta colocación, así como el ajuste y funcionamiento de todos los elementos.

4.23.3. CONTROL DE CALIDAD

La colocación en la obra se ajustará a las Normas del fabricante y se sellarán las juntas con masillas especiales, garantizadas por un mínimo de diez (10) años.

4.23.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro, la instalación, incluyendo premarcos, cristalería y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 4.24. RIEGOS DE IMPRIMACIÓN

4.24.1. MATERIALES

Las emulsiones bituminosas cumplirán lo establecido por el artículo 530 del PG-3.

La emulsión bituminosa a utilizar será:

- Emulsión asfáltica tipo C50BF4 IMP con dotación 0,6 Kg/m².

No obstante, el Ingeniero Director de la Obra podrá autorizar el empleo de otro tipo de ligante, si las condiciones circunstanciales de ejecución de las obras así lo aconsejan.

4.24.2. EJECUCIÓN

Se cumplirá con todo lo dispuesto en el art. 530 del PG-3.

La dosificación inicial a emplear será la siguiente:

Betún residual (Kg/m ²)	Betún residual %	Emulsión necesaria Kg/m ²
1,00	40	2,5

La dosificación definitiva será fijada por el Director de la Obra a la vista de las condiciones circunstanciales de ejecución de las obras.

La dotación del ligante quedará definida por la cantidad que la capa que se imprime sea capaz de absorber en un período de veinticuatro horas (24 h.).

El empleo de árido quedará condicionado a la necesidad de que pase el tráfico por la capa recién tratada o a que se observe que ha quedado una parte del ligante sin absorber después de haber pasado 24 horas de su extensión.

La dotación del árido será la necesaria para que asegure la absorción de un exceso de ligante o para garantizar la protección de la imprimación bajo la acción de la circulación. Deberán evitarse excesos en la dotación de árido de manera que dificulten la unión adecuada entre la zahorra artificial o la mezcla asfáltica.

A la vista de las pruebas realizadas, el Ingeniero Director de la Obra podrá modificar la dotación de los materiales.

4.24.3. CONTROL DE CALIDAD

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el PG3 en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

4.24.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro, la puesta en obra y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 4.25. RIEGOS DE ADHERENCIA

4.25.1. MATERIALES

Las emulsiones bituminosas cumplirán lo establecido por el artículo 531 del PG-3.

La emulsión bituminosa a utilizar será:

- Emulsión asfáltica tipo C60B3 ADH con dotación 1 Kg/m².

4.25.2. EJECUCIÓN

Se cumplirá con lo dispuesto en el artículo 531 del PG-3.

La dosificación inicial a emplear será la siguiente:

UTILIZACIÓN	Betún residual		Emulsión necesaria
	%	Kg/m ²	Kg/m ²
Bajo rodadura	43	0,5	1,16

A la vista de las pruebas realizadas, el Ingeniero Director de la Obra podrá modificar la dotación del ligante hidrocarbonado definido anteriormente.

4.25.3. CONTROL DE CALIDAD

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el PG3 en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

4.25.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro, la puesta en obra y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 4.26. MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

En lo no especificado en este artículo, las mezclas bituminosas y su puesta en obra cumplirán lo dispuesto en el artículo 542 del PG3.

4.26.1. MATERIALES

A) LIGANTE HIDROCARBONADO

El betún asfáltico a utilizar en la obra, cumplirá lo especificado en el artículo 211 del PG-3. y será del tipo B-60/70 S.

B) RELACIÓN POLVO MINERAL/LIGANTE

La relación ponderal entre los contenidos de polvo mineral y de ligante hidrocarbonado en las mezclas bituminosas en caliente será, en principio, de 1,3 para la capa de rodadura y de 1,2 para las capas intermedia y 1,0 para la capa de base.

4.26.2. EJECUCIÓN

Se proyecta la reposición de las zonas de aglomerado que afecta la traza de la tubería con dos capas de aglomerado asfáltico en caliente tipo AC-16-surf-S, que actuará también como capa de rodadura.

4.26.3. CONTROL DE CALIDAD

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el PG3 en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

4.26.4. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por metros cuadrados realmente ejecutados medidos sobre planos, el cual se abonará por metros cuadrados mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos..

En el precio se incluyen todas las fases que se describen tanto en el cuadro de precios, como en los artículos de este Pliego. Los excesos sobre planos no serán de abono a excepción que cuenten con la autorización expresa del Ingeniero Director de la Obra.

Artículo 4.27. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES MEDIANTE RIEGOS CON GRAVILLA

4.27.1. MATERIALES

Las emulsiones bituminosas cumplirán lo establecido por el artículo 213 del PG-3 y modificado por Orden Ministerial 5/2001.

Las emulsión bituminosa a utilizar será:

- Emulsión asfáltica tipo ECR-2 con dotación xx Kg/m²

4.27.2. EJECUCIÓN

Los tratamientos superficiales se ajustarán a lo no prescrito en este artículo al contenido del artículo 533 del PG3.

Para la reposición de pavimentos en caminos, se ejecutará un tratamiento superficial tipo bicapa formado por dos aplicaciones sucesivas de gravilla y ligante con emulsión asfáltica ECR-2 y dotación 2 kg/m² con áridos 13/7 y 6/3 y dotación 12 l/m² y 8 l/m² en primera y segunda capa respectivamente.

La unidad de obra incluye, aparte del suministro y preparación de los materiales, extensión, compactación, limpieza y barrido.

4.27.3. CONTROL DE CALIDAD

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el PG3 en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

4.27.4. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por metros cuadrados realmente ejecutados medidos sobre planos, el cual se abonará por metros cuadrados mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos..

En el precio se incluyen todas las fases que se describen tanto en el cuadro de precios, como en los artículos de este Pliego. Los excesos sobre planos no serán de abono a excepción que cuenten con la autorización expresa del Ingeniero Director de la Obra.

Artículo 4.28. FIRMES Y RELLENOS DE ZAHORRAS

4.28.1. MATERIALES

La **zahorra artificial** será con características según el art. 510 del PG-3 para tráfico **categoría T3** y granulometría **ZA 0/32**, compactado al 100% del proctor modificado.

La **zahorra natural** será con características según el art. 510 del PG-3 para tráfico **categoría T3** y granulometría **ZN25**, compactado al 98% del proctor modificado.

4.28.2. EJECUCIÓN

No se podrá utilizar en la ejecución de las zahorras ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por el Ingeniero Director de las Obras, después de la ejecución del tramo de prueba.

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y tener inversores del sentido de la marcha de acción suave.

La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos.

El rodillo metálico del compactador vibratorio tendrá una carga estática sobre la generatriz no inferior a trescientos newtons por centímetro (300 N/cm) y será capaz de alcanzar una masa de al menos quince toneladas (15 t), con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas.

Si se utilizasen compactadores de neumáticos, éstos deberán ser capaces de alcanzar una masa de al menos treinta y cinco toneladas (35 t) y una carga por rueda de cinco toneladas (5 t), con una presión de inflado que pueda llegar a alcanzar un valor no inferior a ocho décimas de megapascal (0,8 MPa).

Los compactadores con rodillos metálicos no presentarán surcos ni irregularidades en ellos. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de la marcha. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape entre las huellas delanteras y las traseras.

El Ingeniero Director de las Obras aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus elementos, que serán los necesarios para conseguir una compactación adecuada y homogénea de la zahorra en todo su espesor, sin producir roturas del material granular ni arrollamientos.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación convencionales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretenda realizar.

La producción del material no se iniciará hasta que se haya aprobado por el Ingeniero Director de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- En su caso, la identificación y proporción (en seco) de cada fracción en la alimentación.
- La granulometría de la zahorra por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico.
- La humedad de compactación.
- La densidad mínima a alcanzar.

Si la marcha de las obras lo aconseja el Ingeniero Director de las Obras podrá exigir la modificación de la fórmula de trabajo.

Una capa de zahorra no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

Se comprobarán la regularidad y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la zahorra. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Ingeniero Director de las Obras, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar las zonas deficientes.

Cuando las zahorras se fabriquen en central la adición del agua de compactación se realizará también en central, salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares permita expresamente la humectación in situ.

En los demás casos, antes de extender una tongada se procederá, si fuera necesario, a su homogeneización y humectación. Se podrán utilizar para ello la humectación previa en central u otros procedimientos sancionados por la práctica que garanticen, a juicio del Ingeniero Director de las Obras, las características previstas del material previamente aceptado, así como su uniformidad.

Una vez aceptada la superficie de asiento se procederá a la extensión de la zahorra, en tongadas de espesor no superior a treinta centímetros (30 cm), tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones.

Todas las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación. Después, la única admisible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad necesaria para la ejecución de la tongada siguiente.

Conseguida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación de la tongada, que se continuará hasta alcanzar la densidad especificada a continuación:

- Para el **relleno en cimentación** del depósito el valor del 98% del proctor modificado.
- Para el **relleno de la urbanización** del depósito el valor del 98% del proctor modificado.

El valor del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga del ensayo con placa (EV2), según la NLT-357, será superior a 80 MPa.

Además de lo anterior, el valor de la relación de módulo EV2/EV1 será inferior a dos unidades y dos décimas (2,2).

4.28.3. CONTROL DE CALIDAD

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el PG3 en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

4.28.4. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados medidos sobre planos, el cual se abonará por metros cuadrados mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos..

En el precio se incluyen todas las fases que se describen tanto en el cuadro de precios, como en los artículos de este Pliego. Los excesos sobre planos no serán de abono a excepción que cuenten con la autorización expresa del Ingeniero Director de la Obra.

Artículo 4.29. BALDOSAS HIDRÁULICAS

4.29.1. MATERIALES

Se compondrán como mínimo de una capa de huella de hormigón o mortero de cemento, triturados de piedra o mármol y, en general, colorantes y de una capa base de mortero menos rico y árido más grueso. Los áridos estarán limpios y desprovistos de arcillas y materia orgánica. Los colorantes no serán orgánicos y se ajustarán a la Norma UNE 41.008-1ª R.

El espesor medio en distintos puntos de su contorno no variará en más de un milímetro y medio y no será inferior a los valores indicados a continuación. Se entiende a estos efectos por lado, el mayor del rectángulo si la baldosa es rectangular, y si es de otra forma, el lado mínimo del cuadrado circunscrito. El espesor de la capa de la huella será uniforme y no menor en ningún punto de siete milímetros y en los destinados a soportar tráfico o en las losas no menor de ocho milímetros.

La variación máxima admisible en los ángulos medida sobre un arco de 20 cm de radio será de más o menos medio milímetro. La flecha mayor de una diagonal no sobrepasará el cuatro por mil de la longitud en más o menos.

El coeficiente de absorción de agua determinado según la Norma UNE-EN 13748-1:2005 será menor o igual del diez por ciento.

El ensayo de desgaste se efectuará según Norma UNE-EN 13748-1:2005, con un recorrido de 250 metros en húmedo y con arena como abrasivo: el desgaste máximo admisible será de cuatro milímetros y sin que aparezcan la segunda capa tratándose de baldosas para interiores y de tres milímetros en baldosas de aceras o destinadas a soportar tráfico.

4.29.2. EJECUCIÓN

Para la ejecución de las aceras de baldosas hidráulicas se dispondrá inicialmente una capa de arena de tres centímetros, una capa de mortero de dos centímetros del tipo M-450 (artículo 611 del PG-3); sobre ella se colocarán las baldosas, nivelándolas a golpe de maceta y dándoles la pendiente de desagüe. Después se pasará con una escobilla, una lechada de cemento para el relleno de las juntas, que no serán superiores a cinco milímetros.

4.29.3. CONTROL DE CALIDAD

Deberá estar en posesión del marcado CE y cumplir con la norma UNE_EN_13748_2.

4.29.4. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados medidos sobre planos, y abonados mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En el precio se incluyen todas las fases que se describen tanto en el cuadro de precios, como en los artículos de este Pliego. Los excesos sobre planos no serán de abono a excepción que cuenten con la autorización expresa del Ingeniero Director de la Obra.

Artículo 4.30. BORDILLOS DE HORMIGÓN

4.30.1. MATERIALES

Se ejecutarán con hormigón en masa según Código Estructural, definido en planos o en su defecto en la justificación de precios.

4.30.2. EJECUCIÓN

El asiento de los bordillos se realizará sobre una capa de hormigón HM-20/B/20/I. En el caso de que se observe un rasanteo deficiente de este hormigón para la buena colocación de los bordillos, se rebajará un mínimo de dos (2) centímetros en cota y se preparará el asiento con mortero M 450, de acuerdo con el artículo 611 del PG-3/75.

4.30.3. CONTROL DE CALIDAD

Deberá estar en posesión del marcado CE y cumplir con la norma UNE-EN 1340:2004

4.30.4. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por metros lineales (ml) realmente ejecutados medidos sobre planos, el cual se abonará por metros cuadrados mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En el precio se incluyen todas las fases que se describen tanto en el cuadro de precios, como en los artículos de este Pliego. Los excesos sobre planos no serán de abono a excepción que cuenten con la autorización expresa del Ingeniero Director de la Obra.

Artículo 4.31. TUBERÍAS DE HORMIGÓN PARA SANEAMIENTO, DRENAJE E HINCAS

4.31.1. MATERIALES

A) TUBOS DE HORMIGÓN EN MASA

Se emplearán tubos de fabricados por compresión radial de hormigón en masa de enchufe de campana, para unión elástica con junta de goma EPDM de deslizamiento y compresión tipo arpón, para su empleo en obras de saneamiento y drenaje.

Los tubos se fabrican según la norma UNE-EN 1916 y la norma ASTM C14 en series o clases caracterizadas por la resistencia del tubo al aplastamiento, expresada en kN / ml.

Todos los tubos deberán ir marcados con el logotipo del fabricante, las siglas SAN (saneamiento), HM (hormigón en masa), DN (diámetro nominal), SERIE ó CLASE, el LOTE y fecha de fabricación. Las juntas de goma, serán macizas de caucho natural cumpliendo la Norma UNE-EN 681-1.

Estanqueidad frente al agua: sin fugas en la union o en el tubo, presión interna de 50 kPa (0,5 bar)

Clases resistentes según UNE EN 1916

DENOMINACION	CARGAS DE ROTURA MINIMAS DE ENSAYO KN / ML	
	SERIE N 90 KN / m ²	SERIE R 135 KN / m ²
TUBO HM Ø 300	27,0	36,0
TUBO HM Ø 400	36,0	54,0
TUBO HM Ø 500	45,0	67,5
TUBO HM Ø 600	54,0	81,0
TUBO HM Ø 800	72,0	

Clases resistentes según A.S.T.M. C14

DENOMINACION	CARGAS DE ROTURA MINIMAS DE ENSAYO KN / ML		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
TUBO HM Ø 300	26,5	33,0	38,0
TUBO HM Ø 400	30,0	40,0	44,0
TUBO HM Ø 500	34,0	47,0	54,0
TUBO HM Ø 600	38,0	52,5	64,0

B) TUBOS DE HORMIGÓN ARMADO

Se emplearán tubos de fabricados por compresión radial o por vibrocompresión (DN > 1.500) de hormigón armado de enchufe de campana, para unión elástica con junta de goma EPDM de deslizamiento y compresión tipo arpón, para su empleo en obras de saneamiento y drenaje. Los tubos seleccionados son de hormigón armado THA de clase de resistencia V, con hormigón HA-50 y cemento SR y ambiente Qc

Los tubos se fabrican según la norma UNE-EN 1916:2008 (Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero) en series o clases caracterizadas por la resistencia del tubo al aplastamiento, expresada en kN / ml.

Todos los tubos deberán ir marcados con el logotipo del fabricante, las siglas SAN (saneamiento), HA (hormigón armado), DN (diámetro nominal), SERIE ó CLASE, el LOTE y fecha de fabricación. Las juntas de goma, serán macizas de caucho natural cumpliendo la Norma UNE-EN 681-1.

Clases resistentes según UNE EN 1916. Clasificación tipo A [kN/m]:

DN	Clasificación Tipo A									
	Clase I		Clase II		Clase III		Clase IV		Clase V	
	Fisurac	Rotura	Fisurac	Rotura	Fisurac	Rotura	Fisurac	Rotura	Fisurac	Rotura
300	12,0	18,0	15,0	22,5	19,5	30,0	30,0	45,0	42,0	52,5
400	16,0	24,0	20,0	30,0	26,0	40,0	40,0	60,0	56,0	70,0
500	20,0	30,0	25,0	37,5	32,5	50,0	50,0	75,0	70,0	87,5
600	24,0	36,0	30,0	45,0	39,0	60,0	60,0	90,0	84,0	105,0
700	28,0	42,0	35,0	52,5	45,5	70,0	70,0	105,0	98,0	122,5
800	32,0	48,0	40,0	60,0	52,0	80,0	80,0	120,0	112,0	140,0
900	36,0	54,0	45,0	67,5	58,5	90,0	90,0	135,0	126,0	157,5
1.000	40,0	60,0	50,0	75,0	65,0	100,0	100,0	150,0	140,0	175,0
1.100	44,0	66,0	55,0	82,5	71,5	110,0	110,0	165,0	154,0	192,5
1.200	48,0	72,0	60,0	90,0	78,0	120,0	120,0	180,0	168,0	210,0
1.300	52,0	78,0	65,0	97,5	84,5	130,0	130,0	195,0	182,0	227,5
1.400	56,0	84,0	70,0	105,0	91,0	140,0	140,0	210,0	196,0	245,0
1.500	60,0	90,0	75,0	112,5	97,5	150,0	150,0	225,0	210,0	262,5
1.600	64,0	96,0	80,0	120,0	104,0	160,0	160,0	240,0	224,0	280,0
1.800	72,0	108,0	90,0	135,0	117,0	180,0	180,0	270,0	252,0	315,0
2.000	80,0	120,0	100,0	150,0	130,0	200,0	200,0	300,0	280,0	350,0
2.500	100,0	150,0	125,0	187,5	162,5	250,0	250,0	375,0	350,0	437,5
3.000	120,0	180,0	150,0	225,0	195,0	300,0	300,0	450,0	420,0	525,0

Clases resistentes según UNE EN 1916. Clasificación tipo E [kN/m]:

Clasificación Tipo E								
DN	Clase 60		Clase 90		Clase 135		Clase 180	
	Fisurac	Rotura	Fisurac	Rotura	Fisurac	Rotura	Fisurac	Rotura
300	12,0	18,0	18,0	27,0	27,0	40,5	36,0	54,0
400	16,0	24,0	24,0	36,0	36,0	54,0	48,0	72,0
500	20,0	30,0	30,0	45,0	45,0	67,5	60,0	90,0
600	24,0	36,0	36,0	54,0	54,0	81,0	72,0	108,0
700	28,0	42,0	42,0	63,0	63,0	94,5	84,0	126,0
800	32,0	48,0	48,0	72,0	72,0	108,0	96,0	144,0
900	36,0	54,0	54,0	81,0	81,0	121,5	108,0	162,0
1.000	40,0	60,0	60,0	90,0	90,0	135,0	120,0	180,0
1.100	44,0	66,0	66,0	99,0	99,0	148,5	132,0	198,0
1.200	48,0	72,0	72,0	108,0	108,0	162,0	144,0	216,0
1.300	52,0	78,0	78,0	117,0	117,0	175,5	156,0	234,0
1.400	56,0	84,0	84,0	126,0	126,0	189,0	168,0	252,0
1.500	60,0	90,0	90,0	135,0	135,0	202,5	180,0	270,0
1.600	64,0	96,0	96,0	144,0	144,0	216,0	192,0	288,0
1.800	72,0	108,0	108,0	162,0	162,0	243,0	216,0	324,0
2.000	80,0	120,0	120,0	180,0	180,0	270,0	240,0	360,0
2.500	100,0	150,0	150,0	225,0	225,0	337,5	300,0	450,0
3.000	120,0	180,0	180,0	270,0	270,0	405,0	360,0	540,0

Juntas de goma:

Las juntas de goma utilizadas para el emboquillado de los tubos serán de caucho EPDM y tendrán las siguientes características:

- Estanqueidad al agua: sin fugas en la unión en el tubo a presión interna de 50 kPa (0,5 bar).
- Deflexión angular máxima: 12.500/DN (mm/m).
- Dureza IRHD: 45° ± 5.

Tuberías para hinca

Las tuberías para hinca serán tubos de hormigón armado con virola de acero, con protección anticorrosión, en uno de sus extremos y unión elástica, especialmente diseñados para su uso en conducciones de saneamiento sin presión para colocar por hinca sin realizar aperturas de zanjas. Se utilizarán tubos de hinca cuando se realicen cruces bajo carretera o ferrocarril y en general pasos de difícil ejecución, en los que no sea posible la realización de una zanja sin grandes afecciones; también se utilizarán en aquellos otros casos en los que por la profundidad de la zanja o la dificultad de ejecución, resulte económicamente ventajosa la adopción de este procedimiento. Estarán situados en el centro del tubo y dispuestos de modo que el ángulo que separa dos cualquiera de ellos sea de 120°, este taladro pasante se realiza con un diámetro de 1 ó 3/4 de pulgada. Se utilizarán tubos especiales reforzados en tantas estaciones intermedias como sean necesarias. Incluye disposición de anclajes para elevación en todos los tubos, pasantes a 120° para tomas de inyección perimetral en el 50 % de los tubos y sufrideras de madera con material aglomerado de 19 mm.

Las estaciones intermedias serán de hormigón armado de la misma clase resistente y diámetro del tubo de hincia, fabricada mediante sistema Vibrocomprimido, formado por un tubo "macho largo" y otro hembra. Las estaciones intermedias incluirán chapón o virola para el tubo "hembra largo" y virola para el tubo "macho largo", disposición de anclajes para elevación, virola metálica reforzada de calidad S275 JR (UNE-EN-10025) con protección anticorrosiva contra la corrosión.

C) OTROS ELEMENTOS DE LA RED DE DRENAJE

Para el resto de elementos de la red de drenaje (pozos de registro, piezas especiales, marcos, acometidas, imbornales, aliviaderos, disipadores de energía, etc.) se estará en lo dispuesto en las "Recomendaciones para tuberías de hormigón armado en redes de saneamiento y drenaje" CEDEX (2006).

4.31.2. EJECUCIÓN

A) RECEPCIÓN EN OBRA

- La recepción la hará personal experto en conducciones de hormigón.
- Todos los tubos que se reciban en la obra, aunque previamente hayan sido inspeccionados en fábrica, serán detenidamente comprobados a su recepción.
- Es responsabilidad del receptor verificar que los tubos se correspondan con el pedido cursado y que no sufran daños en el momento de la recepción.
- Se verificará que todos los tubos están claramente marcados, según lo especificado en los respectivos artículos de estas recomendaciones, y que la clase resistente corresponde a la solicitada.
- Ante cualquier anomalía que se detecte se tomarán las precauciones necesarias para apartar el material que ofrezca dudas para su utilización. Los extremos dañados, desconchones o pequeñas fisuras podrán ser reparados en obra, antes de su instalación, con cementos especiales de alta adherencia, previa conformidad de la Dirección de Obra.
- Las anomalías quedarán reflejadas en el albarán de recepción, anotándose la cantidad de piezas dañadas y el tipo de daño advertido.

B) TRANSPORTE

Las operaciones de transporte de los tubos deberán hacerse, en su caso, conforme a las vigentes normas de tráfico. Deberán cuidarse, en primer lugar, que, en los camiones o en el medio en el que se realice el transporte a obra, el piso y los laterales de la caja estén exentos de protuberancias o bordes rígidos o agudos que puedan dañar a los tubos u otros componentes.

Si el transporte incluye tubos de distinto diámetro, será preciso colocarlos en sentido decreciente de los diámetros a partir del fondo, no admitiéndose cargas adicionales sobre los tubos que puedan producir tensiones superiores al 35% de la resistencia característica del hormigón en ese momento, ni el 50% de la tensión máxima que corresponda a la carga de rotura.

Deberá garantizarse la inmovilidad de los tubos, apilándolos de forma horizontal de manera que no queden en contacto unos con otros, disponiendo para ello cunas de madera o elementos elásticos.

Los tubos con uniones de enchufe y campana deberán colocarse con los extremos alternados, de tal modo que los enchufes no queden en contacto con los tubos inferiores. En cualquier caso, el transporte a obra no deberá iniciarse hasta que haya finalizado el período de curado.

C) ALMACENAMIENTO

Cuando los tubos se almacenen sobre el terreno deberá comprobarse que éste sea lo suficientemente resistente para soportar las cargas que se le transmitan y lo suficientemente liso para que éstos se apoyen en toda su longitud, sin riesgo de que piedras y otros salientes puedan dañarlos.

El acopio de los tubos en obra se hará tan cerca como sea posible del lugar de instalación y, habitualmente, en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera u otros dispositivos que garanticen su inmovilidad. En cada hilada las campanas y los enchufes de los tubos estarán en la misma dirección. Las campanas en la hilada siguiente estarán cambiadas y dispuestas encima de los enchufes de la hilada inferior. Solo si se dispone de una solera rígida y se garantizan las debidas condiciones de seguridad, podrán almacenarse en posición vertical, siempre que no se ocasionen daños en sus boquillas al colocarlos en esta posición.

El tiempo de almacenamiento deberá restringirse al mínimo posible, no debiendo prolongarse innecesariamente y, en cualquier caso, habrá que procurar la adecuada protección frente a posibles daños externos. evitando, en particular, que sufran secados excesivos o fríos intensos.

Podrán emplearse dos sistemas de acopio de los tubos: en forma de pilas o longitudinalmente.

Acopio en forma de pilas:

Se escogerán zonas despejadas de la obra que permitan las maniobras de los vehículos y de las grúas y otros elementos auxiliares de descarga. Los tubos apilados no se colocarán en las proximidades de zanjas abiertas.

El apilado más frecuente es el piramidal adoptándose precauciones especiales en el calzado lateral para prevenir que rueden. Se evitara un apilamiento excesivo en altura para que los tubos de la parte inferior no estén sobrecargados. Se recomienda que la altura del apilado no exceda de lo que se indica en la tabla adjunta.

La forma más segura de colocar la primera hilada es depositándola sobre el terreno nivelado, calzando en cuatro puntos cada uno de los tubos de esa hilada de arranque.

La hilada siguiente se colocará de tal manera que todas las campanas estén al mismo lado y sobresalgan los machos de la hilada anterior apoyándose los tubos sobre sus fustes.

NÚMERO MÁXIMO DE HILADAS DE TUBO RECOMENDADAS

DN [mm]	Nº de hiladas de tubos
300-400	4
500-600	3
800-1.000	2
> 1,000	1

Acopio longitudinal:

- Cuando los tubos se acopien longitudinalmente a lo largo de la zanja se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:
- Se colocará la tubería tan cerca como sea posible de la zanja con el debido resguardo.
- Se colocará la tubería al lado opuesto a las tierras de excavación.
- La tubería no estará expuesta al tránsito de vehículos de la obra, zonas de voladura, etc.

No se almacenarán los tubos en el tajo por un periodo largo de tiempo en condiciones climatológicas adversas. Si fuera inevitable hacerlo se protegerán adecuadamente, evitando el contacto con el suelo, la exposición al sol, etc.

Si durante los trabajos de acopio se detectara algún tubo dañado, se procederá a su separación, marcándolo y situándolo en acopio aparte.

El acopio de las juntas elastoméricas (cuando las mismas se suministren de manera independiente a los tubos) se realizará en locales cerrados, y se tendrán en cuenta las siguientes precauciones:

- Las juntas se mantendrán limpias y no se expondrán a la intemperie hasta el momento de su utilización.
- La temperatura de almacenaje estará comprendida entre 10° C y 25° C.
- Los aros de goma se protegerán de la luz, en especial de la radiación solar directa y de las radiaciones artificiales con un elevado porcentaje de ultravioletas, y se almacenarán en contenedores opacos.
- Se protegerán del aire en circulación, envolviéndolos y almacenándolos en envases cerrados.
- Las juntas no se almacenarán en locales con equipos capaces de generar ozono, por ejemplo, lámparas de vapor de mercurio, material eléctrico de alta tensión u otro tipo de equipos que puedan producir chispas o descargas eléctricas silenciosas.
- Deberán protegerse de los gases de combustión y los vapores orgánicos, ya que pueden producir ozono por vía fotoquímica.
- Las juntas se almacenarán libres de tensión, compresión u otra deformación. Por ejemplo, no deberían estar suspendidas por ninguna parte de su circunferencia.
- No estarán en contacto con materiales líquidos o semisólidos, en especial disolventes, aceites y grasas, ni con metales.

D) MANIPULACIÓN

Las operaciones de carga y descarga deberán realizarse de tal manera que los distintos elementos no se golpeen entre sí o contra el suelo. La descarga deberá hacerse, a ser posible, cerca del lugar donde deban ser colocados, evitando que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

Si la zanja no estuviera abierta en el momento de la descarga de los tubos, éstos deberán colocarse, siempre que sea posible, en el lado opuesto a aquel en que se piensen depositar los productos de la excavación, de tal forma que queden protegidos del tránsito de vehículos, explosivos, etc. Si la instalación fuera en terraplén, los tubos podrán acopiarse prácticamente en su posición definitiva.

En general, las operaciones de carga y descarga de los tubos habrá que realizarlas mediante equipos mecánicos. En cualquier caso, no serán admisibles dispositivos formados por cables desnudos ni cadenas en contacto con el tubo, siendo recomendable, por el contrario, el uso de bragas de cinta

ancha recubiertas de caucho, o procedimientos de suspensión a base de ventosas. Los tubos tampoco se deben descargar en grupos de varios con cables o con cadenas, salvo que se disponga de un útil multihorquilla adecuado. La suspensión del tubo por un extremo y la descarga por lanzamiento no se harán nunca. La descarga mediante estrobos, enganchando para ello las bocas del tubo, si es una práctica admisible.

E) COLOCACIÓN DE LA CONDUCCIÓN

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 realizará el replanteo de la tubería, para lo que se señalarán sus vértices y colocan puntos de referencia, de alineación y de nivel, a partir de los que colocan los tubos.

Las tuberías, sus accesorios y las juntas, se inspeccionarán antes del descenso a la zanja para su instalación.

El descenso de la tubería se realizará con equipos de elevación adecuados tales como cables, eslingas, balancines y elementos de suspensión que no puedan dañar la conducción ni sus revestimientos. Podrán emplearse las retroexcavadoras de las obras o grúas ligeras montadas sobre camiones de transporte. Los tubos de grandes diámetros requerirán el empleo de grúas automotrices.

Una vez los tubos en el fondo de la zanja, deberán examinarse de nuevo para cerciorarse de que su interior esté libre de tierra, piedras, suciedad, etc., para a continuación realizar su centrado y alineación. Posteriormente deberán ser calzados y acodalados con un poco de material de relleno para impedir su movimiento.

El tendido de la tubería comenzará en el extremo aguas abajo, colocando normalmente las embocaduras hacia aguas arriba.

En general, no se colocarán más de cien metros de tubería sin proceder al relleno parcial de la zanja para evitar la posible flotación de la tubería. Si esto no fuera suficiente deberán tomarse las medidas necesarias para evitar dicha flotación. El empuje para el enchufe coaxial de los diferentes tramos deberá ser controlado, pudiendo utilizarse gatos mecánicos o hidráulicos, palancas manuales u otros dispositivos, cuidando que durante la fase de empuje no se produzcan daños.

Se adoptarán precauciones para evitar que las tierras puedan penetrar en la tubería por sus extremos libres. En el caso de que alguno de dichos extremos o ramales vaya a quedar durante algún tiempo expuesto, se dispondrá un cierre estanco al agua suficientemente asegurado para que no pueda ser retirado inadvertidamente.

Cada tubo deberá centrarse perfectamente con los adyacentes, con una desviación máxima respecto al trazado en planta y alzado del proyecto de ± 10 mm. En el caso de zanjas con pendientes superiores al diez por ciento (10%), la tubería se colocará en sentido ascendente. En el caso de que esto no sea posible, se tomarán las precauciones debidas para evitar el deslizamiento de los tubos. Si se precisa reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera colocación.

F) MONTAJE DE LAS JUNTAS Y DE LAS TUBERÍAS

Cuando las juntas se suministren de manera independiente a los tubos, el montaje de las mismas se hará conforme a la siguiente secuencia de acciones:

- Eliminar las sustancias extrañas de la superficie de unión de la campana.
- Lubricar, cuando proceda, la superficie interior de la campana usando un cepillo, esponja o guantes para cubrir la superficie entera. Sólo se usará lubricante adecuado.
- Limpiar cuidadosamente el enchufe del tubo, incluyendo la ranura para la junta.
- Fijar la junta cuidadosamente. Igualar la tensión de la junta de goma recorriendo la circunferencia entera varias veces con un objeto redondo, liso entre el enchufe y la junta.
- Lubricar la junta en la zona de contacto con la hembra sobre la que deslizará
- Alinear concéntricamente la campana y el enchufe de los tubos que van a ser unidos. Comprobar que la junta de goma hace contacto con la zona interior de la campana a lo largo de toda la circunferencia y proceder al emboquillado

Para el correcto empalme y estanquidad de la unión será necesario que el tubo entrante se encuentre suspendido y concéntrico con el tubo ya instalado. Las partes de la tubería que se ponen en contacto no tendrán daños y estarán limpias y lubricadas en el caso de tratarse de juntas deslizantes.

La suspensión de los tubos de pequeño diámetro (menores de 600 mm de DN) se podrá realizar con los mismos elementos utilizados para la bajada a zanja, pudiéndose emplear tiradores o palancas mecánicas para vencer el esfuerzo de conexión. En esta gama de diámetros también podrán emplearse tiradores hidráulicos, los cuales desarrollan una mayor potencia.

Para el montaje de los tubos podrán igualmente utilizarse trácteles, si bien en este caso la precaución fundamental que habrá que adoptar será que la tracción aplicada no desvíe o impida la concentricidad y la alineación del tubo.

A partir de 800 mm de diámetro nominal podrá alojarse en el interior de la tubería una máquina juntatubos especialmente diseñada para el montaje de tubos de grandes diámetros.

Una alternativa frente a los anteriores montajes para tubos de gran diámetro es el empleo de tubos taladrados de origen en fábrica. En dicho taladro se coloca una barra de anclaje conectada a un tráctel mientras que la barra del tubo que va a ser instalado sirve para mantener el tubo en suspensión y permitir una correcta alineación.

Cuando se disponga de solera de hormigón, los tubos pueden montarse con el empleo de carretillas elevadoras.

Deberá prestarse especial atención a la posible rotura de las conducciones de saneamiento durante el proceso de instalación de las mismas a consecuencia del paso de maquinaria pesada en zonas de poco relleno por la vertical de los tubos. Para ello deberán establecerse rutas señalizadas para la maquinaria pesada, que impidan su paso por encima de los tubos y puedan romperlos.

G) HINCAS

La ejecución de la hinca se realizará desde el pozo de ataque o de hinca en sentido ascendente de la conducción. El trazado de la tubería a hincar deberá ser preferentemente recto, tanto en planta como en alzado, si bien, excepcionalmente, podrán admitirse curvas amplias en una sola dirección.

La tubería deberá ser empujada a medida que la excavación avance, de forma que ésta no podrá progresar en ningún momento por delante de la sección de ataque. En ningún caso se permitirá que

la sobre-excavación perimetral sea mayor que la sección del escudo de corte en su punto de contacto con el frente de ataque.

Se debe evitar que se produzca un espacio, sobre todo en hincas en curva, entre la virola metálica de la estación intermedia y el tubo, en el sentido de la hincas, con objeto de evitar la introducción de elementos extraños que puedan producir la rotura localizada de la tubería.

Deberá procurarse que la operación de hincas sea lo más continua posible, evitando las interrupciones en la medida de lo posible.

Se dispondrá un sistema para la recogida del material de la excavación, como por ejemplo una cinta corta que alimente un cubilete que, una vez cargado, recorra el interior de los tubos ya hincados hasta su extracción por el pozo de hincas.

La longitud máxima a hincar viene condicionada por la máxima presión que puedan aplicar los gatos de empuje y por la resistencia que ofrece el terreno. En cualquier caso, si tal longitud máxima fuera inferior a la longitud real que tenga el tramo a hincar, podrán emplearse tantas estaciones intermedias como sean necesarias.

Las máximas desviaciones admisibles de la tubería hincada respecto a las alineaciones de Proyecto serán las siguientes:

En alzado: ± 30 mm para $DN \leq 1.500$ mm

± 50 mm para $DN > 1.500$ mm

En planta: ± 100 mm para $DN \leq 1.500$ mm

± 200 mm para $DN > 1.500$ mm

4.31.3. CONTROL DE CALIDAD

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en las "Recomendaciones para tuberías de hormigón armado en redes de saneamiento y drenaje" CEDEX (2006), en su apartado correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

4.31.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas que serán medidas en verdadera magnitud, y en tramos rectos no descontándose de la medición el espacio ocupado por válvulas, piezas especiales y otros elementos. Se abonarán mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos..

En los precios de las tuberías no se incluyen las piezas especiales (tés, reducciones, manguitos bridados, bridas enchufe o racores brida, uniones abrazaderas flexibles y carretes de desmontaje) pero sí los codos de la tubería, y los accesorios de las distintas juntas. Se entiende por accesorios de las juntas, los anillos de goma que se alojan en las juntas flexibles, las arandelas, contrabridas y bulones de las juntas flexibles para piezas, así como los accesorios de las juntas flexibles acerrojadas.

Todos estos elementos se han tenido en cuenta en la confección unitaria de los precios.

Se entiende por piezas especiales aquellas que se incorporan a la tubería como té, reducciones, manguitos bridados, bridas enchufe o racores brida, uniones abrazaderas flexibles y carretes de desmontaje.

Los codos no se consideran pieza especial y se abonan incluidos en los metros de tubería.

Incluyendo el material, carga, transporte y distribución en obra, instalación en zanja y pruebas según el presente artículo del pliego.

Artículo 4.32. TUBERÍAS DE FUNDICIÓN

4.32.1. MATERIALES

Las tuberías de fundición incluidas en este proyecto serán de fundición dúctil centrifugada y cumplirán todas las especificaciones de la norma UNE-EN 545:2011 "Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Prescripciones y métodos de ensayo". Además cumplirán lo indicado en este Pliego.

Los diámetros a los que les será de aplicación lo indicado en este Pliego, serán todos los que se incluyéndose tuberías principales, derivaciones y conexiones.

A) CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA Y ACCESORIOS

Normativa:

Las tuberías se proyectan bajo las normas siguientes y que se cumplirán en todos los casos:

- UNE-EN 545:2011: Tubos y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Prescripciones y métodos de ensayo.
- UNE-EN 681-1: Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanqueidad de tuberías empleadas en canalizaciones agua y en drenaje.
- ISO 7005-2: Bridas metálicas. Parte 2: Bridas de Fundición.
- UNE EN ISO 9001: Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos para el aseguramiento de la calidad en producción y comercialización.
- UNE EN ISO 14001: Sistemas de Gestión Ambiental: Requisitos con orientación para su uso.
- R.D.140/2003: Productos de construcción en contacto agua de consumo humano y demás normativa vigente sobre condiciones sanitarias de los productos en contacto con alimentos

Fabricación de la tubería y tipo de junta:

Tubos de fundición dúctil colados por centrifugación en molde metálico y provisto de una campana en cuyo interior se aloja un anillo de caucho, asegurando una estanquidad perfecta en la unión entre tubos.

Este tipo de unión es de un diseño tal que proporciona una serie de características funcionales como desviaciones angulares, aislamiento eléctrico entre tubos, buen comportamiento ante la inestabilidad del terreno, etc.

Características mecánicas mínimas:

Estas características son comprobadas sistemáticamente durante el proceso de fabricación, según las especificaciones de la norma correspondiente (UNE-EN 545).

Resistencia mínima a la tracción (Rm)	Alargamiento mínimo a la rotura (A)			
TUBOS Y ACCESORIOS	TUBOS	ACCESORIOS	TUBOS	ACCESORIOS
DN 150 a 500	DN 150 a 500	DN 150 a 500	DN 150 a 500	DN 150 a 500
420 MPa	10 %	5 %	≤ 230	≤ 250

Resistencia mínima a la tracción (Rm)	Alargamiento mínimo a la rotura (A)		HB)	
TUBOS Y ACCESORIOS	TUBOS	ACCESORIOS	TUBOS	ACCESORIOS
DN 60 a 600	DN 60 a 600	DN 60 a 600	DN 60 a 600	DN 60 a 600
420 MPa	10%	5%	≤ 230	≤ 250

Prueba de estanqueidad:

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 segundos, 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.

DN (mm)	150 - 300	350 - 500
Presión (bar)	50	40

DN (mm)	60 - 300	350 - 600
Presión (bar)	40	30

Los tubos están fabricados según las prescripciones técnicas de la norma UNE EN 545.

Todas las piezas especiales se prueban en fábrica a estanquidad con aire durante 15 segundos. Dicha prueba consiste en mantener la pieza con aire como mínimo a 1 bar de presión y comprobar la estanquidad con un producto jabonoso.

CLASES DE PRESION:

Siguiendo recomendaciones del CEN de una clasificación funcional y clara de los componentes, la norma clasifica la tubería por Clases de Presión C.

Clase de Presión C: Designación alfanumérica que incluye la letra C seguida de un número adimensional igual a la PFA máxima en bar del componente. Se fija un espesor mínimo en función del

DN y la Clase de presión: C20, C25, C30, C40, C50, C64, C100. En el presente proyecto los tubos serán C30: PFA= 30 bar.

La PMA (Presión máxima admisible) será $1,2 \times PFA$; en este caso para los C40 será 48 bar

La PMA (Presión máxima admisible) será $1,2 \times PFA$; en este caso para los C30 será 36 bar.

La PEA (Presión de Ensayo admisible) será igual a PMA+5 bares; en este caso para los C40 será 53 bar

La PEA (Presión de Ensayo admisible) será igual a PMA+5 bares; en este caso para los C30 será 41 bar.

Las características dimensionales para las tuberías de este proyecto son:

DN mm	Lu m	Clase	e mm	øDE mm	øDI mm	P mm	øB mm	Peso kg/m
100	6000	C40	4,4	117,8	121,4	94,5	166,9	14,8
125	6000	C40	4,4	143,7	147,4	97,5	193,1	18,2
200	6000	C40	4,7	221,6	225,2	106,5	275,1	30,1
250	6000	C40	5,5	273,0	276,8	105,5	328,6	42,1
250	6000	C50	6,4	273,0	276,8	105,5	328,6	47,7
300	6000	C40	6,2	324,9	328,8	107,5	385,3	55
350	6000	C30	6,4	378	380,9	110,5	464,2	68,8
400	6000	C30	6,5	429	431,9	112,5	516,2	79,4
600	6000	C30	8,7	635	638,1	132,5	738,5	150,6

Donde:

- DN: Diámetro nominal
- Lu: Longitud útil, en m
- Clase: Clase de presión según EN 545 e ISO 2531
- e: espesor nominal según ISO 2531, en mm
- øDE: diámetro exterior nominal de la tubería según EN 545 e ISO 2531, en mm
- øDI: diámetro interior nominal de la entrada del enchufe, en mm
- P: profundidad nominal del enchufe, en mm
- øB: diámetro nominal de la campana, en mm
- Peso: peso lineal unitario (incluidos revestimiento mortero y enchufe), determinado con los espesores nominales, en kg/m

Marcado de la tubería:

Directo de fundición mediante moldeo o estampado para que sea durable

- Diámetro nominal
- Tipo de enchufe
- Identificación de fundición dúctil

- Identificación del fabricante
- Año de fabricación
- Clase de presión
- Referencia a la norma UNE EN 545

Ejemplo: 300 STD 2GS FT 13 C40

Además, los tubos llevarán pintado en la caña el siguiente marcado:

- Identificación del revestimiento
- Dímetro nominal
- Clase de presión
- Espesor nominal

Piezas accesorias:

Las piezas especiales serán de fundición dúctil K-12 con revestimiento, tanto interior como exterior, por cataforesis de epoxi alimentario de 70 micras, será fabricadas bajo la norma UNE-EN-545 con los espesores mínimos indicados en la norma.

Revestimiento de las tuberías:

Revestimiento interno: De los permitidos por la norma se selecciona el revestimiento con una capa de mortero de cemento de horno alto, aplicada por centrifugación del tubo, en conformidad con la norma UNE EN 545.

El agua utilizada para la fabricación del mortero del revestimiento interior de los tubos, debe ser conforme a la Directiva de Calidad de las Aguas destinadas al Consumo Humano 98/83/CE

Los espesores de la capa de mortero una vez fraguado serán:

DN	Espesor (mm)	
(mm)	Valor nominal	Tolerancia
150 – 300	4	- 1,5
350 – 500	5	- 2

DN	Espesor (mm)	
(mm)	Valor nominal	Tolerancia
150 – 300	4	- 1,5
350 – 600	5	- 2
700 – 1200	6	- 2,5

Si el Ingeniero Director de la Obra lo autoriza, se podrá utilizar igualmente el revestimiento interno a base de poliuretano en color verde de acuerdo con la norma UNE EN 545.

El Contratista deberá acreditar para ambos casos que los revestimientos usados disponen de certificado para uso alimentario.

Revestimiento externo: Según norma UNE EN 545 (Anexo D: Ámbito de utilización, características de los suelos)

Los tubos se revisten externamente con dos capas:

- 1) Una primera con aleación Zinc-Aluminio: Capa de aleación cinc-aluminio ZnAl 85-15, de masa superficial como mínimo 400 gr/m².
- 2) Una segunda de pintura epoxi azul: pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 100 micras.

Antes de la aplicación del zinc-aluminio, la superficie de los tubos está seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasas, etc. La instalación de recubrimiento exterior, es tal que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección (por ejemplo un secado en estufa).

La capa de acabado recubre uniformemente la totalidad de la capa de zinc- aluminio y está exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos.

Contacto con agua potable:

Todos los revestimientos internos y externos, así como las juntas, y resto de componentes de la canalización no tienen ningún efecto sobre las cualidades alimenticias del agua transportada, cumpliendo con la normativa en vigor en esta materia.

Revestimiento de los accesorios:

Todas las piezas de la gama NATURAL se recubren tanto interior como exteriormente mediante el proceso de cataforesis con pintura epoxi azul, previo granallado y tratamiento químico de fosfatación al zinc, de forma que el espesor mínimo medio de la capa no sea inferior a 70 micras.

B) CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE UNIÓN

Unión de los tubos mediante junta de enchufe y campana, flexible y automática:

Los tubos se unirán entre sí por medio de una junta de enchufe y campana, flexible y automática. La estanqueidad se conseguirá mediante la compresión radial del anillo de elastómero ubicado en su alojamiento del interior de la campana del tubo. La unión se realiza por la simple introducción del extremo liso en el enchufe. Cumplirá las especificaciones de la Norma NFA 48-870.

Unión flexible para piezas:

En el caso de ser necesario usar piezas especiales de fundición, el sistema de unión de las piezas a los tubos será mediante juntas flexibles que sean capaces de asegurar la estanqueidad y mantener la cadena de montaje, incluso con cortes de los tubos sin biselar. Uno de los sistemas válidos será el formado por una contrabrida apretadas por bulones, en donde la estanqueidad se conseguirá por la compresión axial de un anillo de junta de elastómero presionado por medio de una contrabrida móvil taladrada, que está sujeta por bulones en el resalte de la campana por su parte exterior (Junta tipo "Exprés"). Norma NFA 48-870.

Colocada la contrabrida, se apretarán las tuercas progresivamente por pasadas, y operando sobre tornillos - tuercas enfrentados, aplicando los pares de apriete y verificándolos después de la prueba de presión en zanja.

También podrá usarse piezas especiales en calderería de forma que tienen mecanizados los extremos para insertarse en los tubos de fundición. Tendrán por tanto un mecanizado macho y otro hembra.

Para poder usar otro sistema de unión de tubos a piezas cumpliendo las condiciones anteriores deberá de ser aprobado expresamente por el Ingeniero Director de la Obra.

Anillos de elastómero:

Los anillos de las juntas serán de caucho sintético EPDM (Etileno-Propileno) de características:

Dureza DIDC (Shore A)	66 a 75 (± 3)
Resistencia mínima a la tracción	9 MPa
Alargamiento mínimo a la rotura	200 %
Deformación remanente tras la compresión:	
Durante 70 horas a 23 ± 2 oC	15 %
Durante 22 horas a 70 ± 1 oC	25 %
Temperatura máxima de utilización	50 °

Desviaciones que permitirán las juntas:

Las desviaciones máximas admisibles que deberán permitir las diferentes juntas y con las que se han establecido los radios mínimos para el trazado en planta serán:

DN	Máxima desviación que permiten los tubos	L tubo (m)	R (m)	Desplazamiento (cm)
60-300	5°	6	68	52
350-1000	4°	6	86	42

En cualquier caso estos son radios mínimos para el proyecto de trazado. En condiciones normales se proyectará el trazado con radios superiores (1° menos) para absorber las tolerancias en la ejecución en obra en el trazado y que son las que deben usarse, recurriéndose a los radios mínimos en casos puntuales e imprescindibles, que autorice el Ingeniero Director de las Obras.

C) PRESIONES:

Las presiones máximas que admitirá la tubería, para cada diámetro, serán las indicadas en la Norma UNE EN-545:2011, independientemente de la presión de trabajo a que este sometida la tubería en cada momento.

4.32.2. EJECUCIÓN

A) TRANSPORTE Y RECEPCIÓN EN OBRA DEL MATERIAL

El transporte de los tubos desde fábrica se realizará con medios adecuados a las dimensiones de los tubos, solicitándose si es el caso los permisos pertinentes para el transporte por carretera.

El transporte se realizará adoptando todas las medidas necesarias para evitar que en el transcurso del mismo se deterioren los tubos o los revestimientos. En particular, los laterales de los camiones serán protegidos por medio de ramales de paja. El piso de la plataforma del camión se acondicionará con colchones de paja y/o con rastreles o cunas de madera protegidos y acolchados para no dañar el tubo y perpendiculares a la dirección de los tubos, de modo que presenten una cara plana de anchura no inferior a 10 cm, y situados aproximadamente a 1/5 de los extremos de los tubos.

La carga se atará con cuerdas o cables, protegiendo debidamente los contactos con los tubos a base de fieltros o similar. Los extremos de los tubos deberán ir protegidos contra los efectos de roces o choques entre elementos cargados en serie, o con los extremos de la caja del camión.

No se permitirá el transporte telescópico de los tubos si éstos fueran revestidos en su punto de fabricación.

Desde el punto de suministro, el Contratista adoptará la logística pertinente para asegurar que los tubos se reciban en obra en los tramos en los que serán definitivamente dispuestos. A tal fin el Contratista elaborará y entregará a la Dirección de Obra para su aprobación un plan de trabajos vinculante y contractual en el que figurarán las fechas en que se compromete a realizar el transporte de cada tubo.

Toda la planificación del transporte, incluso los dispositivos a utilizar para el mismo y la tramitación y obtención de los permisos necesarios serán responsabilidad del Contratista.

El Contratista se responsabilizará igualmente de asegurar el acceso de los tubos a la zona de acopio o a los tajos definitivos en los que se depositarán. Cualquier obra necesaria de mejora de la infraestructura existente para garantizar el acceso con los medios de transporte aprobados por la Dirección de Obra será por cuenta del Contratista.

Al llegar los tubos al punto de destino se revisará visualmente que no existan desperfectos o desprendimiento de los revestimientos.

Las maniobras de la maquinaria al descargar el tubo asegurarán que no se produzcan impactos con tubos adyacentes o con cualquier otro elemento próximo.

La manipulación del tubo se realizará mediante el equipamiento adecuado que evite la rozadura o el deterioro de sus revestimientos. A este fin se utilizarán fajas anchas y sólidas, de cuero o caucho. Los cables desnudos, cadenas, ganchos y barras metálicas no deberán estar nunca en contacto directo con el revestimiento. En caso de manipulación cogiendo los tubos solamente por los extremos se podrán utilizar eslingas de un modelo acordado y equipadas con ganchos especiales.

Los tubos se almacenarán a lo largo de la traza o en zonas previstas de acopio, a ser posible, en una sola cama, pero en cualquier caso, en un máximo de dos. En caso de terreno pedregoso, la primera capa estará por lo menos a 20 cm del suelo. Esta distancia podrá ser de 23 cm si el terreno es llano,

duro, exento de piedras o si está cementado. En cualquier caso la primera cama reposará sobre maderas, cuya forma, dimensiones y calidad serán tales que el revestimiento no sufra daños.

Si está previsto que los tubos se acopien por un periodo de tiempo prolongado, éstos se protegerán mediante una plancha de polietileno, o con cualquier otro método que sea aprobado expresamente por la Dirección de Obra.

Si el montaje no se efectuara en un breve periodo de tiempo los tubos que se acopien a lo largo del trazado se soportarán sobre sacos de tierra, arena o caballetes de madera apoyados en la parte desnuda, para que no estén en contacto con el suelo.

B) ACOPIO DE LAS PIEZAS ESPECIALES

Los accesorios o piezas especiales deberán distribuirse repartidos entre las tuberías, lo más próximo posible a los sitios de colocación y de modo que puedan apreciarse con facilidad las faltas o sobrantes que pudiera haber. En cualquier caso su acopio será sobre una cama de arena, para evitar que sufra daños la capa de protección, en el caso de tratarse de piezas metálicas.

C) CORTE DE LAS TUBERÍAS

En el caso de ser necesario el corte de tubería, se realizará en un plano ortogonal a las generatrices del tubo.

Se deberá hacer desaparecer todo resto de rebaba después de efectuar el corte. En los cortes de tubos se restablecerá el chaflán para facilitar el montaje de la junta automática y evitar cualquier daño en el anillo de elastómero, que podría originar la no estanqueidad de la misma. El chaflán se efectuará, en función de los diámetros según las recomendaciones del fabricante.

D) ANCLAJE DE LAS PIEZAS ESPECIALES CON DADOS DE HORMIGÓN

Una vez montada la tubería, y antes de proceder a realizar las pruebas de servicio, se procederá a la ejecución de los anclajes de las piezas especiales.

Para su ejecución se procederá a realizar una sobreexcavación junto a la pieza especial, de forma que se cumplan como mínimo, las dimensiones marcadas en los planos, para cada tipo de anclaje. A su vez se deberá cumplir que con estas dimensiones la sobreexcavación se apoye sobre terreno sano y desmontado, nunca sobre terreno rellenado.

Posteriormente se encofrarán los laterales, y nunca el frente del anclaje. Se procederá a hormigonar el anclaje de forma que en el frente el hormigonado se realice contra el terreno sano.

Si en la excavación de la zanja para la tubería, hubiese sobreexcavaciones por fallos en ellas, y las dimensiones del anclaje no fuesen suficientes para conseguir terreno sano, éstos deberán aumentarse hasta lograrlo.

E) PASOS ESPECIALES

En los pasos bajo calles, caminos o carreteras, se realizarán las obras con arreglo a las condiciones impuestas por los Organismos encargados de velar por la conservación de dichas redes viarias. En los casos en que no existan dichas condiciones, se atenderá a lo que indique el Director de la Obra.

F) TUBERÍA ACERROJADA

En la puesta en obra se cumplirá con el procedimiento establecido por el fabricante. Este procedimiento habrá de ser explícitamente presentado y aprobado por la Dirección de Obra. Se tendrá en cuenta que la tubería debe montarse siempre en tracción, nunca en compresión. Por tanto en el caso de instalaciones en pendiente debe montarse siempre de arriba abajo, ejecutando en primero lugar el macizo de anclaje superior instalando el primer tubo y una vez el macizo con resistencia adecuada se iniciará el montaje hacia abajo

G) PRECAUCIONES DE LIMPIEZA A ADOPTAR

La principal y más sencilla de las precauciones a adoptar consiste en la instalación de tapones en los extremos de la tubería montada. Los tapones normalmente vienen suministrados con los tubos, y su suministro se debe exigir en con el pedido de la tubería. Dichos tapones deben permanecer colocados en los todos tubos durante transporte y el acopio, siendo responsabilidad del contratista su adquisición, mantenimiento y reposición en su caso.

Una vez sale cada tubo del acopio para ser instalado, debe lavarse interiormente con agua a presión antes de su colocación en la zanja. Para ello el contratista deberá tener a pie de obra una máquina hidrolimpiadora adecuada y en condiciones de uso. Se prestará especial atención a la zona interior de la campana de las tuberías con junta flexible, dado que la acumulación del polvo, arena y barro se suele producir en estos puntos.

Al colocar el tubo en la zanja, se tendrá especial cuidado en que no entre arena procedente de la cama del fondo de la zanja, para lo cual se retirará la arena necesaria en la zona de las juntas, que se volverá a colocar alrededor del tubo una vez colocado el tubo siguiente.

Si accidentalmente entrara algo de arena, tierra o elementos extraños dentro de la conducción, deberán retirarse cuidadosamente antes de la colocación del tubo siguiente.

En todas las paradas del tajo de instalación, aunque sea de corta duración, deberán comprobarse y colocarse los tapones de plástico en los extremos de la tubería ya instalada, de forma suficientemente firme como para que no puedan soltarse accidentalmente. No se admitirán tapones hechos a base de sacos, tablonas, láminas o bolsas de plástico, o cualquier otro sistema que no sea especialmente diseñado y fabricado para tal fin.

Con el fin de que se pueda proceder a la inspección interior de la conducción mediante cámaras de TV, a medida que se instalen los tubos, se dejará instalada una guía consistente en un cable de acero inoxidable de al menos 3 mm de diámetro, dejando los puntos de acceso precisos para la introducción del aparato de inspección. En caso de que se pierda la guía, el contratista deberá desmontar los tubos necesarios para su recuperación, corriendo los gastos a su costa.

4.32.3. CONTROL DE CALIDAD

A) PROTOCOLO DE CONTROL PARA EL PEDIDO Y LA RECEPCIÓN DE TUBERÍAS DE FUNDICIÓN

Certificado de Conformidad al pedido. Trazabilidad en la fabricación y recepción en obra

Se requiere que el fabricante de tuberías tenga implantado un sistema trazabilidad en su proceso de producción y que en cada envío a obra a modo de albarán entregue la documentación que acredite que la tubería suministrada corresponde con las especificaciones del proyecto junto a los ensayos de fabricación asociados a la tubería enviada. Como mínimo estos ensayos harán referencia los ensayos mecánicos (resistencia a tracción, alargamiento y dureza). Estos ensayos estarán asociados a la codificación y marcado de los tubos recibidos en obra (trazabilidad).

Lo anterior requiere que los tubos tengan una codificación que permitan identificarlos, que como mínimo deberá indicar el año de fabricación, la fecha de fabricación y número de tubo.

Entregará certificado en español de conformidad al pedido junto a los ensayos de fabricación citados. Se deberá entregar un documento explicativo de la metodología de la trazabilidad. A modo de ejemplo serían válidos certificados de conformidad al pedido 2.2 según EN10204 junto a trazabilidad o certificados del suministrador junto con metodología "milltest" u otros sistemas similares, que cumplan lo indicado en párrafos anteriores.

Marcado de la tubería

El marcado de la tubería debe incluir:

- Lo indicado en el apartado anterior y que se refiere al punto 4.7.1 de la norma EN-545:2011
- El doble marcado de clase de presión, tanto K09 como la clase de presión
- La identificación adoptada por el fabricante para cumplir con la trazabilidad

Autorización previa a la instalación

Una vez que la tubería llega a obra no se podrá instalar en tanto no se reciba la autorización por parte de la Dirección de Obra. El protocolo a seguir es el siguiente:

- 1. Controles de recepción para comprobar la idoneidad del material recibido
- 2. Realización de ensayos de recepción en laboratorio
- 3. Realización de comprobaciones dimensionales y de espesor de la fundición en obra

Una vez superados los controles anteriores se emitirá la autorización para la instalación partida a partida.

Controles de recepción

El objetivo de estos controles es asegurarse que la tubería y su fabricación son las especificadas en el proyecto y se cumplen los requisitos del apartado 1. El proceso es el siguiente:

Todos los envíos de tubería a la obra se numerarán con un número natural (partida 1, partida 2,..). El contratista deberá tener organizado un sistema para almacenamiento de la tubería recibida en obra de

forma que estén separados los diferentes envíos entre sí. A los efectos de control cada partida de tubería llegada a obra se considerará como un lote.

Lo normal será que la tubería se acopie en recintos identificados sin distribuirse a pie de zanja mientras se realizan los controles previos a su aceptación. Si lo autoriza el director de obra podría distribuirse a pie de zanja siempre y cuando quede bien identificados los PK que corresponde a cada envío.

La documentación de cada partida (certificado de conformidad al pedido) será remitida a la Dirección de Obra quien comprobará que se cumplen los requisitos establecidos en el apartado 1. Con la documentación anterior se hará una revisión del acopio de las tuberías del pedido en cuestión.

Cualquier partida que carezca de la documentación del fabricante de trazabilidad indicada anteriormente será directamente rechazada. Se revisará el marcado de la tubería y aquellos tubos que no cumplan lo indicado anteriormente serán rechazados al igual que si el marcado no es legible. Si el marcado de los tubos no se corresponde con la documentación de fabricación igualmente se rechazaran.

La tubería no podrá moverse del acopio establecido hasta que no se otorgue la autorización para su instalación.

El primer control será constatar el buen aspecto visual del tubo, haciendo especial control sobre el buen acabado y remate de la pintura y revestimientos en el lado del enchufe, lado del cordón y zonas interiores de la caña y el enchufe. Si no se constata el buen aspecto visual de la partida, se rechazará la misma.

Ensayos de laboratorio

Comprobado por la Dirección de Obra que se cumplen los requisitos del punto anterior, se encargará a un laboratorio previamente autorizado por la Dirección de Obra la realización de los siguientes ensayos.

Control dimensional, espesor de pared, diametro exterior, ovalidad, longitud y rectitud según EN545-2010
Mecanizado de probeta a 1 metro del extremo liso para ensayo a tracción según EN6892.2010
Ensayo de tracción y alargamiento sobre probeta, a temperatura ambiente, según EN6892-1:2020
Ensayo de dureza Brinell según UNE-EN ISO 6506-1:2015
Determinación del espesor de recubrimiento exterior de Zinc, s/ UNE-EN 545:2010
Espesor capa acabado (pintura bituminosa), s/UNE-EN 545:2010
Espesor y acabado superficial del revestimiento interior de mortero de cemento, s/UNE-EN 545:2010, mortero de cemento
Contenido en cloruros del revestimiento interior de mortero de cemento

Para lo anterior, y sobre el acopio de la partida a autorizar, la dirección de obra seleccionará un número de tubos sobre los que se realizarán los ensayos anteriores. La muestra de tubería (teja) para conformar la probeta se tomará a 1 metro del extremo liso.

El número de tubos a ensayar en función del tamaño de cada partida será el indicado en la siguiente tabla.

Diámetro ≤ 500 mm		Diámetro ≥ 600 mm	
< 200 tubos	2 tubos a ensayar	< 200 tubos	2 tubos a ensayar
201-400 tubos	3 tubos a ensayar	201-300 tubos	3 tubos a ensayar
401-600 tubos	4 tubos a ensayar	301-400 tubos	4 tubos a ensayar
601-800 tubos	5 tubos a ensayar	401-500 tubos	5 tubos a ensayar
801-1000 tubos	6 tubos a ensayar	501-600 tubos	6 tubos a ensayar

Si alguno de los ensayos de cada partida no cumple con la especificación requerida y las indicaciones de este documento toda la partida se rechazará.

Si en el pedido hubiera varios diámetros diferentes, se realizará al menos uno por diámetro. Si de la documentación de una partida, se deducen fabricaciones en días muy dispares, la Dirección de Obra podrá incrementar el número de tubos a ensayar.

A criterio de la dirección de obra se podrían hacer los siguientes ensayos complementarios:

Metalografía. Comprobar sobre muestra extraída de la caña del tubo la composición nodular y tipología de la fundición dúctil y su ajuste a la normativa UNE EN ISO 945. 1 de cada 100 tubos

Anillos de junta. Se comprobarán las propiedades físicas de los elastómeros en base a los requisitos de la norma UNE EN 681-1: Dureza, resistencia a tracción, alargamiento a la rotura, Deformación remanente por compresión, envejecimiento a 7 días 70°C, Máximo cambio de volumen en agua y Resistencia al ozono. 1 de cada 100 tubos.

Si alguno de los anteriores no cumpliera las especificaciones de la EN545:2010 se rechazará la partida.

Controles de obra

Tras obtenerse los resultados del apartado anterior, la dirección de obra realizará una campaña de mediciones insitu de la tubería enviada. Para ello usará medidores ultrasonidos (palpadores) que se aplicará para el control de los espesores de la fundición y que se calibrará con las probetas de los ensayos de laboratorio anteriores. Las mediciones se realizarán a criterio de la dirección de obra en relación a su frecuencia y ubicación en el tubo.

Si esta campaña detecta anomalías en algún tubo se volverán a realizar los ensayos de laboratorio anteriores sobre los tubos dudosos tomando probetas sobre las zonas en cuestión. Si estos ensayos corroboraran las deficiencias en algún tubo se rechazará la partida completa

B) PRUEBA HIDRÁULICA DE LA CONDUCCIÓN

Antes del inicio de la prueba hidráulica en la conducción deberán haberse ejecutado los pertinentes anclajes al terreno en codos, válvulas y demás elementos, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas. En tuberías enterradas la zanja deberá estar parcialmente rellena, dejándose las uniones descubiertas. Asimismo, se verificará que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña.

El Contratista suministrará el agua y todos los elementos necesarios para la realización de la prueba, así como el personal necesario. Los manómetros y equipos de medida que se empleen serán aprobados previamente por la Dirección de Obra.

El agua necesaria para estas pruebas deberá ser obligatoriamente potable, no permitiéndose agua que pueda crear una contaminación en la tubería.

Se seguirán las especificaciones indicadas en la norma UNE-EN 805:2000, y recogidas en la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión (CEDEX 2003), que se exponen seguidamente.

La presión de prueba (denominada abreviadamente STP) se determina con la siguiente formulación:

$$STP = MDP + 0,1$$

donde MDP es la presión máxima de diseño (todos los valores en N/mm²).

Esta formulación supone que los efectos de golpe de ariete, transitorios y oscilaciones se han calculado con detalle y ya están englobados en el concepto de máxima presión de diseño MDP.

A medida que avanza el montaje de la tubería ésta debe ser probada por tramos, que deberán tener, en la medida de lo posible, iguales características de diámetro y espesor. Las longitudes máximas de prueba se determinarán en particular con las siguientes observaciones:

- la presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo del tramo de prueba
- pueda aplicarse una presión al menos igual a la MDP en el punto más alto de prueba
- pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad la cantidad de agua necesaria para la prueba
- la diferencia de presión entre el punto más alto y el punto más bajo no exceda del 10% de la presión de prueba STP
- en la medida de lo posible, sus extremos coincidan con válvulas de corte de la tubería.

Con todo ello la longitud máxima de cada tramo no deberá ser superior a 1.000 m. En caso que el Contratista estime conveniente incrementar la longitud del tramo de prueba, se requerirá autorización por escrito de la Dirección de Obra tras la presentación a ésta de un informe justificativo de la decisión a adoptar.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo del tramo de tubería que se vaya a ensayar y estará provista de un manómetro de precisión no inferior a 0,02 N/mm². La medición del volumen de agua debe realizarse con una precisión no menor de 1 litro.

Durante la realización de la prueba de la tubería instalada se tomarán las medidas de seguridad necesarias para que, en caso de fallo de la tubería, no se produzcan daños a las personas y que los daños materiales sean mínimos. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado la peligrosidad de la prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tajos cercanos. En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la prueba consta de las dos etapas siguientes:

- etapa preliminar
- etapa principal

Etapla preliminar:

Se comenzará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire. Estos elementos se irán cerrando una vez que se vaya procediendo al llenado, comenzando por los que se encuentren más abajo y sucesivamente de abajo a arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión de aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería una vez llena se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.

A continuación se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre STP y MDP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante un tiempo de dos horas. Durante este periodo de tiempo no debe haber pérdidas apreciables de agua ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería de procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

Etapla principal o de puesta en carga:

Una vez superada la etapa preliminar, la presión hidráulica interior se aumenta de nuevo de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de STP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto. Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo. Se espera una hora y se mide mediante manómetro el descenso de presión. Este descenso de presión será menor de 0,02 N/mm².

A continuación se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua. El volumen de agua así suministrado será inferior al expresado en la fórmula siguiente:

$$\Delta V_{\text{máx}} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \left[\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E} \right]$$

donde:

$\Delta V_{m\acute{a}x}$ = pérdida admisible, en litros

V = volumen del tramo de tubería en prueba, en litros

Δp = 0,02 N/mm² (caída admisible de presión durante la prueba)

E_w = 2,1 x 10³ N/mm² (módulo de compresibilidad del agua)

E = 2,10 x 10⁵ N/mm² (módulo de elasticidad del acero)

ID = diámetro interior del tubo en mm

e = espesor nominal del tubo en mm.

Cuando durante la realización de esta etapa principal el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se deben corregir los defectos observados para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

Otros ensayos complementarios de purga de aire, en caso de valores no admisibles de descenso de presión o de volumen suministrado, se encuentran recogidos en la norma UNE EN 805:2000.

4.32.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas que serán medidas en verdadera magnitud, y en tramos rectos no descontándose de la medición el espacio ocupado por válvulas, piezas especiales y otros elementos. Se abonarán mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En los precios de las tuberías no se incluyen las piezas especiales (codos, té, reducciones, manguitos bridados, bridas enchufe o racores brida, uniones abrazaderas flexibles y carretes de desmontaje) pero si las juntas de estanquidad normales. Las juntas acerrojadas se midiran mediante la aplicación de un suplemento por metro líneal de tubería acerrojada. Este suplemento incluye la parte proporcional tanto de las juntas entre tuberías como las juntas entre tubería y accesorios. La medición será por los metros reales de tubería que quede acerrojada.

Las piezas especiales en fundición se abonarán las unidades realmente ejecutadas en fundición dúctil centrifugada, codos, tes, reducciones, bridas enchfes. Se abonarán a los precios incluidos en los cuadros de precios al que corresponda en cada caso. En el precio de estos elementos si se incluyen los accesorios de montaje, como juntas, los anillos de goma que se alojan en las juntas flexibles, las arandelas, contrabridas y bulones de las juntas flexibles para piezas, así como los accesorios de las juntas flexibles acerrojadas.

Todos estos elementos se han tenido en cuenta en la confección unitaria de los precios.

En este proyecto las piezas especiales de la tubería se han proyectado en fundición ductil, pero en el caso que puntualmente sea necesario ejecutar alguna en calderería, siempre por indicación expresa de la Direccion de las obras, se abonara por kg de acero galvanizado realmente instalados, al precio correspondiente.

En el precio de las tuberías se incluyen implícitamente el coste de las pruebas de tubería instalada definidas y realizadas según en el apartado 4.32.3 de este Pliego.

Artículo 4.33. TUBERÍAS DE ACERO HELICOSOLDADO

4.33.1. MATERIALES

A) ACERO

El tipo de acero cumplirá lo establecido en la norma EN 10025 y se prescribe para este proyecto el tipo S275JR

La fabricación de la tubería se ajustará a lo dispuesto en la norma UNE EN 10224:2006.

B) DIMENSIONES

La relación entre los diámetros nominales de los tubos, los diámetros exteriores y los espesores que se utilizan en este proyecto son los siguientes:

Diámetro nominal (mm)	Diámetro exterior (mm)	Espesor nominal (mm)
1200	1219	9

Salvo especificación en contra de la Dirección de las obras, los tubos se suministrarán en longitudes de 13.5 +/- 0.5 m.

C) TOLERANCIAS

Diámetros

La tolerancia aplicable al diámetro nominal de los tubos con junta abocardada en los extremos no excederá de $\pm 0,75\%$ del diámetro, con un máximo de ± 6 mm para diámetros inferiores a 2.032 mm.

Para los tubos con junta soldada a tope, la tolerancia sobre el diámetro exterior a una distancia de 100 mm de cada extremo será conforme a la siguiente tabla:

Diámetro exterior (mm)	Tolerancia en el extremo
≤ 2032	$\pm 1,6$ mm
> 2032	$\pm 3,0$ mm

En ambos casos, la tolerancia máxima de ovalización de los tubos, definida por la expresión

$$100 \cdot \frac{(D_{\max} - D_{\min})}{D_{\text{ext}}}$$

donde D_{\max} y D_{\min} son los diámetros exteriores máximo y mínimo medidos en el mismo plano, será del 2.5%.

Espesores

La tolerancia en el espesor de los tubos, excluyendo el cordón de soldadura, no será superior a 7,5% del espesor.

La altura interna y externa del cordón de soldadura no será superior a los siguientes valores:

- 3,5 mm para espesores inferiores o iguales a 12,5 mm.
- 4,5 mm para espesores superiores a 12,5 mm

Extremos del tubo

Los tubos se suministrarán con los extremos lisos cortados según una sección ortogonal respecto del eje del tubo. Los extremos estarán libres de rebabas excesivas.

Los tubos a ensamblar mediante junta abocardada se suministrarán con los extremos abocardados según norma AWWA M-11/85 (con penetración de campana de 150 mm).

En el caso de junta soldada a tope, los tubos se suministrarán con los extremos biselados del lado interior. El ancho del espesor del tubo perpendicular al eje del mismo será de 1,6 mm \pm 0,8 mm. El ángulo de biselado en el resto del espesor será de 30° respecto de la perpendicular del eje, con una tolerancia entre 0° y 5°.

Asimismo, en los tubos con junta soldada a tope, los extremos estarán en ángulo recto respecto del eje del tubo, con una tolerancia máxima de 1,6 mm medida en un plano diametral.

Rectitud

La desviación de rectitud de los tubos será igual o inferior al 0,2% de la longitud total medida en el centro de la longitud del tubo.

D) REVESTIMIENTOS

Todos los tubos y piezas especiales de acero contarán con un sistema de protección contra la corrosión, tanto exterior como interior, que asegure la adecuada protección frente al medio en que se encuentre.

Revestimiento interno

El tratamiento a aplicar consistirá en una pintura epoxi alimentaria, con 300 micras de espesor mínimo, de acuerdo con las especificaciones de la Norma AWWA C-210-97.

Se utilizará una resina epoxi alimentaria, sin disolventes, migración cero de los productos que intervienen en el revestimiento, exenta de alcohol bencílico y con certificado emitido por laboratorio independiente que certifique el cumplimiento de los siguientes requerimientos:

El revestimiento interno deberá estar aprobado expresamente por Sanidad de la Región de Murcia como apto para el uso de agua potable. En caso de que un fabricante no tenga homologado para esta región no podrá usarse en tanto no esté homologado.

Previo al proceso de pintado se procederá al granallado de la superficie hasta el grado SA-2 1/2 fijado por la norma sueca SIS 055900/67. Asimismo, el perfil de rugosidad medio Ra tendrá un valor comprendido entre 15 y 18 micras.

La protección adherida al sustrato será totalmente impermeable y sanitaria, impidiendo totalmente el contacto del agua con aquél, a base de una pintura de reacción química, que, una vez seca y catalizada, forme una barrera impermeable al agua y al vapor de agua, resista al ataque químico provocado por los productos que se añadan para conseguir la potabilidad del agua (cloro, principalmente) y resista a la abrasión debida al transporte de partículas por el agua.

Además, la protección ha de ser sanitaria y que no ceda restos de producto en cantidades superiores a los máximos permitidos (R.D. 1125/1982 de 30 de Abril; Resolución de 4 noviembre de 1982 de la Subsecretaría de Sanidad, modificada por O.M. de Sanidad y Consumo de 3 de Julio de 1985; R.D. 2207/1994 de 16 de Noviembre, modificado por el R.D. 510/1996 de 15 de Marzo; R.D. 1042 /1997 de 27 de Junio; R.D, 866/2008 y Document Synoptic de la Comisión Europea de Abril de 2001), ni altere las propiedades organolépticas del agua potable.

En particular se cumplirá lo especificado en el RD140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano mediante el cual se obliga que los materiales en contacto con el agua tengan determinados certificados, los cuales será obligación que el contratista presente al Ingeniero Director de Obra previamente al inicio de la fabricación de la tubería.

Se usará una pintura del tipo BEPOX-889 que aplicada en las condiciones anteriores obtenga los siguientes resultados en los ensayos siguientes:

- Absorción máxima de agua en equilibrio	2.5%
- Adherencia inicial Elcometer(ISO 24624)	3.6 MPa
- Adherencia inicial en cortante (ASTM D1002-05)	4.1 Mpa
- Adherencia mantenida Elcometer	3.2 Mpa
- Adherencia mantenida en cortante	3.9 Mpa
- Máximo espesor monocapa	450-500 micras

Para asegurar una migración cero la conducción debe mantenerse llena de agua clorada con 50 ppm de cloro para neutralización total de la migración un determinado tiempo que deberá especificar el fabricante de la pintura con la aprobación previa de la autoridad sanitaria.

Revestimiento externo

El revestimiento externo consistirá en la aplicación de una protección anticorrosiva mediante polipropileno extruido en caliente a tres capas según la norma DIN 30678/92.

Previo al proceso de pintado se procederá al granallado de la superficie hasta el grado SA-2 1/2 fijado por la norma sueca SIS 055900/67. Asimismo, el perfil de rugosidad medio Ra tendrá un valor comprendido entre 15 y 18 micras.

El revestimiento de polipropileno cumplirá los siguientes requisitos:

- El espesor del recubrimiento será de 2.5 mm. Las tolerancias para el recubrimiento se fijan :
 - o Se admite una rebaja de hasta un 10% del recubrimiento especificado siempre y cuando la zona adelgazada no cubra más de 5 cm².
 - o Para la zona de soldadura se admite hasta 1 mm debido al proceso de fabricación.
- El recubrimiento será continuo, libre de muescas, para lo cual no debe producir ruptura del recubrimiento durante la prueba de chispa, según DIN VDE 0433

- La resistencia al pelado según la DIN 30678 debe ser mayor de 100 N/cm a 50° y de 80 N/cm a 90°
- El recubrimiento debe soportar 30 impactos, según DIN 30678, sin distorsión eléctrica.
- La profundidad de indentación no superará 0.3 mm a temperatura de 90° según DIN 30678
- La elongación porcentual en el momento de fractura a 23° , según DIN 30678, será superior a 300%
- La resistividad del recubrimiento según DIN 30678 y a 100 días, según DIN 30678, será superior a 10^8 Ohm.m^2
- El recubrimiento no debe hacerse quebradizo al ser probado durante 100 días según la norma DIN 53 383

E) MANTA ANTI-ROCA

Manta para la protección mecánica de revestimientos anticorrosivos en tubería enterrada con las siguientes propiedades:

- Fibra virgen de polipropileno (PP) entrelazada por punzonamiento
- Color: A elegir por la Dirección de Obra
- Espesor 5.8 mm
- Peso: 600 g/m²
- Alargamiento long: > 112%
- Alargamiento trasv: > 932%
- Resistencia a la rotura
 - o Transversal: > 26 kN/m
 - o Longitudinal: > 20 kN/m
- Resistencia a la perforación < 8,5 mm
- Resistencia al punzonamiento > 3900 N

F) MANGUITO TERMORRETRÁCTIL

La banda termorretráctil estará compuesta por una lámina de polietileno con una capa adhesiva anticorrosiva.

Deberá proporcionar una elevada protección contra la corrosión de tubería de acero con temperatura en servicio continuo hasta +30 °C.

Se instalará sobre la unión de soldadura, incluyendo el revestimiento de fábrica.

La banda termorretráctil deberá ser compatible con revestimientos de fábrica de PE, PP, FBE, PU, betún y CTE.

Propiedades:

Capa PE	Unidad	Valor típico	Standard
Alargamiento a la rotura	%	400%	ASTM-D 638
Color	-	Negro	-
Grado de encogimiento	%	> 25	ASTM-D 638
Resistencia a la tracción	Mpa (psi)	17 (2465)	ASTM-D 149
Rigidez dieléctrica	kV / mm	35	ASTM-D 257
Resistencia dieléctrica	$\Omega \cdot \text{cm}$	1015	ASTM-D 257
Punto de ablandamiento (Vicat)	°C	>100	ASTM-D 1525
Capa adhesiva	Unidad	Valor típico	Standard
Punto de ablandamiento	°C	90	ASTM-E 28
Resistencia dieléctrica	$\Omega \cdot \text{cm}$	1010	ASTM- D 257
Índice de saponificación	Mg KOH / g	10	DIN EN 12068
Sistema aplicado	Unidad	Valor típico	Standard
Resistencia a la penetración a 23 °C	mm	15 (clase C)	DIN EN 12068
Resistencia al impacto	J	17	DIN EN 12068
Adherencia al acero a 23 °C	N / cm	50	ASTM-D 1000
		20	DIN EN 12068
Resistencia al cizallamiento a 23 °C	N / cm ²	10	DIN EN 12068
Desprendimiento catódico a 23 °C	mm	3 (radio)	ASTM-G 8
			DIN EN 12068
Resistencia específica	Ohm . m ²	>1010	DIN EN 12068

G) FABRICACIÓN

Recepción de bobinas

La chapa de acero laminado en caliente se recibirá en fábrica en forma de bobinas. Todas las bobinas llevarán su certificado de calidad del fabricante en el que figurarán las características mecánicas y composición química según los diferentes tipos de acero.

Las bobinas podrán estar constituidas bien por una única pieza o bien por trozos soldados, siendo aceptables las soldaduras de empalmes de bobinas siempre que éstas hayan sido realizadas por el mismo proceso y sometidas a iguales controles que las del propio tubo.

Las bobinas se almacenarán en zona cubierta, donde se comprobará que vienen identificadas y marcadas según las instrucciones de pedido: grado de acero, número de colada, peso, espesor y estado de la superficie. Estos datos se registrarán para la identificación de los tubos a fabricar.

La no conformidad de alguno de estos puntos será motivo de rechazo de la bobina.

Fabricación del tubo

La fabricación del tubo de acero soldado helicoidalmente se realizará a partir del acero especificado en el presente Pliego, conformando espiralmente el tubo y soldando los dos extremos por medio de arco sumergido.

Respecto del procedimiento de soldadura, serán de aplicación las normas UNE vigentes.

Antes del proceso de helicosoldado se procederá a cortar y biselar los extremos de las bobinas para obtener una perfecta penetración de la soldadura.

Suministro

Los tubos se suministrarán en la condición de bruto de soldadura, acabado en caliente, conformado en frío o acabado en frío, a la elección del fabricante.

H) MARCADO

Todos los tubos deberán ir marcados de manera legible mediante estarcido u otro procedimiento de marcado indeleble, con la siguiente información en la secuencia indicada.

- nombre del fabricante o marca de identificación
- el número correspondiente a la Norma Europea EN 10224:2002
- la designación simbólica del acero empleado
- marca del inspector que realice la inspección específica (caso de exigirse la inspección específica)
- un número de identificación que permita la correlación del producto o unidad de suministro con los documentos relacionados (caso de exigirse la inspección específica)
- el tipo de tubo (SAW: tubo soldado por arco sumergido)

I) TRANSPORTE

En caso de realizarse fuera de España la fabricación del tubo, éste se transportará hasta un punto de recepción en la Península Ibérica con medios adecuados a sus dimensiones.

Los medios usados, así como las sujeciones de los tubos, asegurarán que los revestimientos no resulten dañados, si éste se hubiera realizado en el punto de fabricación. En este caso, no se permitirá el transporte telescópico de los tubos.

J) ACOPIO Y MANIPULACIÓN DEL TUBO

Cuando sea preciso transportar el tubo desde fábrica hasta el punto de recepción, las maniobras de la maquinaria al descargarlo asegurarán que no se produzcan impactos con tubos adyacentes o con cualquier otro elemento próximo.

La manipulación del tubo se realizará en este caso mediante el equipamiento adecuado que evite la rozadura o el deterioro de sus revestimientos. A este fin se utilizarán fajas anchas y sólidas, de cuero o caucho. Los cables desnudos, cadenas, ganchos y barras metálicas no deberán estar nunca en

contacto directo con el revestimiento. En caso de manipulación cogiendo los tubos solamente por los extremos se podrán utilizar eslingas de un modelo acordado y equipadas con ganchos especiales.

Los tubos se almacenarán en el punto de recepción, a ser posible, en una sola cama, pero en cualquier caso, en un máximo de dos. En caso de terreno pedregoso, la primera capa estará por lo menos a 20 cm del suelo. Esta distancia podrá ser de 23 cm si el terreno es llano, duro, exento de piedras o si está cementado.

En cualquier caso la primera cama reposará sobre maderas, cuya forma, dimensiones y calidad serán tales que el revestimiento no sufra daños.

Si está previsto que los tubos se acopien por un periodo de tiempo prolongado, éstos se protegerán mediante una plancha de polietileno, o con cualquier otro método que sea aprobado expresamente por la Dirección de Obra.

4.33.2. EJECUCIÓN

A) TRANSPORTE Y RECEPCIÓN EN OBRA DEL MATERIAL

El transporte de los tubos desde fábrica se realizará con medios adecuados a las dimensiones de los tubos, solicitándose si es el caso los permisos pertinentes para el transporte por carretera.

El transporte se realizará adoptando todas las medidas necesarias para evitar que en el transcurso del mismo se deterioren los tubos o los revestimientos. En particular, los laterales de los camiones serán protegidos por medio de ramales de paja. El piso de la plataforma del camión se acondicionará con colchones de paja y/o con rastreles o cunas de madera protegidos y acolchados para no dañar el tubo y perpendiculares a la dirección de los tubos, de modo que presenten una cara plana de anchura no inferior a 10 cm, y situados aproximadamente a 1/5 de los extremos de los tubos.

La carga se atará con cuerdas o cables, protegiendo debidamente los contactos con los tubos a base de fieltros o similar. Los extremos de los tubos deberán ir protegidos contra los efectos de roces o choques entre elementos cargados en serie, o con los extremos de la caja del camión.

No se permitirá el transporte telescópico de los tubos si éstos fueran revestidos en su punto de fabricación.

Desde el punto de suministro, el Contratista adoptará la logística pertinente para asegurar que los tubos se reciban en obra en los tramos en los que serán definitivamente dispuestos. A tal fin el Contratista elaborará y entregará a la Dirección de Obra para su aprobación un plan de trabajos vinculante y contractual en el que figurarán las fechas en que se compromete a realizar el transporte de cada tubo.

Toda la planificación del transporte, incluso los dispositivos a utilizar para el mismo y la tramitación y obtención de los permisos necesarios serán responsabilidad del Contratista.

El Contratista se responsabilizará igualmente de asegurar el acceso de los tubos a la zona de acopio o a los tajos definitivos en los que se depositarán. Cualquier obra necesaria de mejora de la infraestructura existente para garantizar el acceso con los medios de transporte aprobados por la Dirección de Obra será por cuenta del Contratista.

Al llegar los tubos al punto de destino se revisará visualmente que no existan desperfectos o desprendimiento de los revestimientos.

Las maniobras de la maquinaria al descargar el tubo asegurarán que no se produzcan impactos con tubos adyacentes o con cualquier otro elemento próximo.

La manipulación del tubo se realizará mediante el equipamiento adecuado que evite la rozadura o el deterioro de sus revestimientos. A este fin se utilizarán fajas anchas y sólidas, de cuero o caucho. Los cables desnudos, cadenas, ganchos y barras metálicas no deberán estar nunca en contacto directo con el revestimiento. En caso de manipulación cogiendo los tubos solamente por los extremos se podrán utilizar eslingas de un modelo acordado y equipadas con ganchos especiales.

Los tubos se almacenarán a lo largo de la traza o en zonas previstas de acopio, a ser posible, en una sola cama, pero en cualquier caso, en un máximo de dos. En caso de terreno pedregoso, la primera capa estará por lo menos a 20 cm del suelo. Esta distancia podrá ser de 23 cm si el terreno es llano, duro, exento de piedras o si está cementado. En cualquier caso la primera cama reposará sobre maderas, cuya forma, dimensiones y calidad serán tales que el revestimiento no sufra daños.

Si está previsto que los tubos se acopien por un periodo de tiempo prolongado, éstos se protegerán mediante una plancha de polietileno, o con cualquier otro método que sea aprobado expresamente por la Dirección de Obra.

Si el montaje no se efectuara en un breve periodo de tiempo los tubos que se acopien a lo largo del trazado se soportarán sobre sacos de tierra, arena o caballetes de madera apoyados en la parte desnuda, para que no estén en contacto con el suelo.

B) ACOPIO DE LAS PIEZAS ESPECIALES

Los accesorios o piezas especiales deberán distribuirse repartidos entre las tuberías, lo más próximo posible a los sitios de colocación y de modo que puedan apreciarse con facilidad las faltas o sobrantes que pudiera haber. En cualquier caso su acopio será sobre una cama de arena, para evitar que sufra daños la capa de protección, en el caso de tratarse de piezas metálicas.

C) POSICIONAMIENTO DEL TUBO EN LA ZANJA

Los tubos se posicionarán en la zanja una vez dispuesta la cama de apoyo hasta la cota correspondiente a la generatriz inferior del mismo.

Los tubos se colocarán por medio de fajas anchas, quedando prohibida la utilización de cadenas, cables y otros materiales que pudiesen dañar el revestimiento exterior. Cualquier posible deterioro del tubo deberá ser reparado antes de ser bajado al fondo de la zanja.

Previamente a la extensión de la cama de apoyo, y con el fin de permitir los trabajos de acabado del revestimiento exterior del tubo en la zona de juntas una vez realizada la soldadura de los extremos, se ejecutará una sobreexcavación de sección rectangular del fondo de la zanja con una profundidad no inferior a 0,20 m en todo el ancho. La longitud de la sobreexcavación será de 0,50 m a cada lado del eje teórico de la junta.

D) ACOPLAMIENTO ENTRE TUBOS

El ensamblaje de los tubos se materializará según uno de los siguientes métodos:

- Uniones rígidas soldadas con junta abocardada .
- Uniones rígidas mediante soldadura a tope.

Las uniones entre tubos en alineaciones circulares se realizarán en todos los casos con junta abocardada. En alineaciones rectas podrán disponerse juntas abocardadas o uniones con soldadura a tope.

Cuando sea necesario efectuar uniones entre tramos mediante tubos de longitud inferior a la fijada se procederá a realizar en obra las operaciones de corte del tubo y preparación de los extremos para soldadura a tope. Los tubos de longitud inferior a la de referencia se dispondrán siempre en alineaciones rectas y las uniones en los extremos preparados en obra se realizarán con soldadura a tope.

Las operaciones de corte y de preparación de los extremos para soldadura a tope están incluidas dentro los precios unitarios de montaje de tubería mediante soldadura a tope, por lo que no serán objeto en ningún caso de abono independiente.

Las uniones de los tubos con los accesorios se ejecutarán mediante soldadura a tope, en tanto que con las piezas de valvulería se realizarán con bridas.

Acoplamiento de tubos con junta abocardada:

La instalación de tubos con junta abocardada se realizará montando los mismos en la zanja en el sentido ascendente de la pendiente, quedando el extremo hembra de cada tubo en el lado de aguas arriba.

Una vez realizado el acoplamiento inicial, se procederá a reducir al mínimo que permita la geometría del abocardado el gap existente entre los tubos, ajustando el giro de la junta según la geometría fijada en el replanteo de la tubería. El Contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación el tráctel o elemento de tracción a emplear en esta operación, teniendo en consideración que deberá asegurar que no se produzcan daños ni en los extremos de los tubos, ni en el propio tubo ni en los revestimientos.

En caso de que no sea posible realizar el ajuste sin ocasionar desperfectos en los extremos de los tubos, el Contratista estará obligado a dar parte a la Dirección de Obra, que dictaminará los posibles pasos a realizar, tales como controles dimensionales de ovalización, tolerancias, replanteo de curvas de trazado, ángulos de giro mayores que los permitidos, defectos de fabricación de los tubos o cualquier otro que considere necesario.

Antes de efectuarse la soldadura se comprobará que la longitud mínima de contacto entre los dos extremos.

Antes de efectuarse la soldadura deberá asegurarse la inmovilidad de ambos tubos, para lo que se procederá a acoplar mediante punteo al menos tres tubos en el sentido ascendente de la pendiente.

Cuando se interrumpa la colocación de la tubería se procederá a taponar los extremos de la misma para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños. Al reanudarse los trabajos se revisará el interior de la tubería para verificar la ausencia de dichos elementos.

Acoplamiento de tubos con junta soldada a tope:

En tubos y accesorios a unir con junta soldada a tope será necesario enfrentar un extremo del tubo o accesorio con su adyacente en todo su perímetro para el correcto soldeo.

A tal fin, se realizará un control geométrico entre tubo y tubo que permita por un lado el proceso de soldeo y por otro el mantenimiento de la alineación prevista.

Una vez replanteado el tubo se procederá a enfrentar el perímetro de un tubo contra el otro utilizando "clamps" internos si fuese necesario. Una vez conseguido, se procederá a soldar puntos aislados con objeto de fijar ambos tubos y que no se muevan durante el soldado continuo posterior (proceso denominado punteado).

También en este caso se procederá a taponar los extremos de la misma para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños si se interrumpiera la colocación de la tubería. Al reanudarse los trabajos se revisará el interior de la tubería para verificar la ausencia de dichos elementos.

E) SOLDADURA

Una vez alojados y acoplados los tubos sobre los apoyos intermedios en la zanja, se procederá a la unión definitiva de los mismos mediante soldadura de la junta abocardada o soldadura a tope, según corresponda.

Las soldaduras se realizarán según lo indicado en la Norma UNE-EN 288-1-2-3:1993.

La soldadura se realizará únicamente por el lado interior de la unión. La unión simple cumple las condiciones de estanquidad y resistencia requeridas, prefiriéndose la interior sobre la exterior por las condiciones de ejecución e la misma en la zanja.

Dadas las dimensiones de los diámetros de las conducciones, la soldadura se realizará desde el interior de la tubería.

Asimismo, deberá estudiarse en cada caso la conveniencia de efectuar las soldaduras en horario nocturno debido a las temperaturas que podrían alcanzarse en el interior de la tubería durante el día. La ejecución de los trabajos en un horario u otro no será indicada por la Dirección de Obra.

Los soldadores deberán estar debidamente cualificados de acuerdo con las Normas UNE-EN 287-1:1992 y presentarán las correspondientes certificaciones.

Previamente al inicio de los trabajos de soldadura, el Contratista deberá presentar a la aprobación de la Dirección de Obra un programa de soldadura que abarcará los siguientes puntos:

- Precauciones a adoptar para reducir al mínimo las deformaciones y las tensiones residuales.
- Orden de ejecución de las distintas uniones, con indicación del número de cordones de soldadura a aplicar y de los espesores de garganta.
- Procedimiento de soldeo elegido para cada cordón, justificándose las razones del procedimiento propuesto y los resultados de la homologación realizada.

- Para la soldadura manual por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW) se indicarán
 - o La clase y diámetro de los electrodos.
 - o El tipo de corriente y la polaridad.
 - o El voltaje y la intensidad de la corriente.
 - o La longitud de arco.
 - o La velocidad de soldeo.
 - o Los ángulos de aplicación.
- Para la soldadura por arco eléctrico con electrodo de tungsteno y gas inerte (GTAW) se indicarán:
 - o El tipo y tamaño del electrodo de tungsteno.
 - o El tipo de corriente y la polaridad.
 - o El voltaje y la intensidad de la corriente.
 - o La longitud de arco.
 - o La velocidad de soldeo.
 - o Los ángulos de aplicación.
 - o Las características del gas inerte.
- Orden de ejecución de cada cordón y de las capas sucesivas, si las hubiera. Orden de ejecución de los distintos cordones de cada nudo. Se tendrá muy en cuenta, para ello, los principios de máxima libertad, de máxima simetría y de máxima disipación del calor.

Las dimensiones de los cordones se ajustarán a las aprobadas por la Dirección de Obra a partir del programa de soldadura del Contratista, con las siguientes tolerancias en el espesor:

- 0, + 20% para cordones con espesor inferior a 10 mm.
- 0, + 10% para cordones con espesor superior a 10 mm.

El proceso de limpieza antes del soldeo consistirá en el cepillado y amolado de los bordes de la costura, eliminando cuidadosamente toda la cascarilla, herrumbre o suciedad y, muy especialmente, las manchas de grasa o pintura. El Contratista podrá proponer otro procedimiento de limpieza, que deberá ser aprobado previamente por la Dirección de Obra. La limpieza de la superficie antes de efectuarse el soldeo está incluida en los precios unitarios del montaje y no será objeto de abono independiente.

Las partes a soldar deberán estar bien secas. Los electrodos cuyo recubrimiento sea especialmente higroscópico (los básicos entre otros) deberán ser introducidos en estufa o armario secador, siguiendo las instrucciones del suministrador, y conservados en ella hasta el momento de su empleo.

Las condiciones meteorológicas adversas no justificarán la paralización de los trabajos de soldadura de la tubería. A tal fin, el Contratista adoptará las debidas precauciones para proteger las zonas de trabajo contra el viento, la lluvia y, especialmente, contra el frío, procediendo a disponer los medios auxiliares necesarios que permitan la continuidad en los mismos. Todos los medios que se utilicen, así como su montaje y desmontaje, están incluidos en los precios unitarios del montaje de la tubería, y no serán objeto de abono independiente.

Si la magnitud de las condiciones meteorológicas adversas no permitiera la ejecución de los trabajos de soldadura, aun con las protecciones previstas en el párrafo anterior, se procederá a paralizar las

operaciones, no pudiendo reclamar el Contratista ningún daño o perjuicio ni aumento del plazo de ejecución de los trabajos.

Queda terminantemente prohibido el acelerar el enfriamiento de las soldaduras con medios artificiales.

Después de ejecutar cada cordón elemental y antes de depositar el siguiente, se cepillará y amolará la superficie con radial o amoladora, eliminando todo rastro de escorias. Esta limpieza se realizará también en los cordones finales. Para facilitar esta operación y el depósito de los cordones posteriores, se procurará que las superficies exteriores de tales cordones no formen ángulos diedros demasiado agudos, ni entre sí ni con los bordes de las piezas; y, también, que las superficies de los cordones sean lo más regulares posible. Del mismo modo que la limpieza de la superficie previa al soldeo, la limpieza entre cordones y el acabado final están incluidos en los precios unitarios del montaje, no siendo por tanto objeto de abono independiente.

En todas las soldaduras se asegurará la penetración completa, incluso en la zona de raíz; en todas las soldaduras manuales a tope deberá levantarse la raíz al revés, recogéndola, por lo menos, con un nuevo cordón de cierre; cuando ello no sea posible, porque la raíz sea inaccesible, se adoptará las medidas oportunas (chapa dorsal, guía de cobre acanalado, u otra cualquiera aprobada por la Dirección de Obra) para conseguir un depósito de metal sano en todo el espesor de la costura.

La superficie de soldadura presentará un aspecto regular, acusando una perfecta fusión del material y sin muestras de mordeduras, poros, discontinuidades o faltas de material. Se tomarán las medidas necesarias para evitar los cráteres finales y las proyecciones de gotas de metal fundido sobre la superficie de las barras.

Cuando haya de rehacerse una soldadura se eliminará la primera con radial o amoladora y no con soplete.

Todas las soldaduras realizadas en obra se comprobarán mediante la aplicación de líquidos penetrantes, según las especificaciones de la norma UNE-EN ISO 3452-1:2013, no debiendo detectarse ningún poro durante el ensayo.

Dicha comprobación se realizará al finalizar cada jornada, debiéndose reparar y comprobar nuevamente, en un plazo de dos días, aquellas soldaduras que presenten algún tipo de defecto.

F) TRATAMIENTO DE LAS JUNTAS

El revestimiento **en taller** de las juntas abocardadas se realizará como sigue:

- Extremo hembra: la parte cóncava del abocardado se revestirá con una imprimación de silicato de Zinc (según UNE 48293:2007) con un espesor de película seca de 50 µm.
- Extremo macho: el interior se revestirá con sistema epoxi alimentario hasta 50 mm antes del extremo. Estos últimos 50 mm se revestirán con una imprimación de silicato de Zinc (según UNE 48293:2007) con un espesor de película seca de 50 µm. Estos últimos 50 mm se revestirán con una imprimación de silicato de Zinc (según UNE 48293:2007) con un espesor de película seca de 50 µm

El revestimiento **en obra** se realizará como sigue:

- **Interior:** Una vez realizada la soldadura en el extremo macho se efectuará la preparación de la superficie mediante granallado en circuito cerrado de esta zona soldada con una limpieza mínima de Sa 2 1/2.

Deben prepararse 50 mm a cada lado de esta zona proporcionando rugosidad al revestimiento existente para un correcto solapado. Esta operación puede que no sea adecuada con el granallado ya que puede estropearse demasiado el revestimiento existente y deba efectuarse con un lijado mecánico (grano 40).

Una vez preparada y limpia de polvo la superficie se aplicará el revestimiento interior sanitario (epoxi 100% sólidos) solapando con el revestimiento existente.

- **Exterior:** En la zona situada justo encima de la soldadura y cuyo revestimiento exterior haya sido dañado por la temperatura alcanzada y por este motivo deba llastarse al sustrato metálico se preparará la superficie mediante granallado en circuito cerrado con una limpieza mínima de Sa 2 1/2

Deben prepararse 50 mm a cada lado de esta zona, proporcionando rugosidad al revestimiento existente, para un correcto solapado. En caso de que esta operación no se realice adecuadamente con el granallado y se estropee demasiado el revestimiento existente, se efectuará con un lijado mecánico.

En la zona del extremo hembra, la cual no se realiza soldadura, se aplicará un relleno de masilla de poliuretano monocomponente (de módulo medio) para suavizar el desnivel entre los tubos hembra y macho ensamblados y cerrar el pequeño espacio que pudiera haber quedado entre ellos.

Finalmente se colocarán los manguitos termoretráctiles como sellado de las juntas, en una anchura que comprenda como mínimo 75 mm más allá del extremo masillado y 150 mm más allá del extremo soldado. Deberán cumplir los requerimientos y UNE 12068:1999 Y AWWA C216-00.

G) ANCLAJE DE LAS PIEZAS ESPECIALES

Una vez montada la tubería, y antes de proceder a realizar las pruebas de servicio, se procederá a la ejecución de los anclajes de las piezas especiales o al relleno de zanjas necesario para conseguir la longitud de anclaje en el caso de no disponer de anclajes.

Para la ejecución de macizos de anclaje se procederá a realizar una sobreexcavación junto a la pieza especial, de forma que se cumplan como mínimo, las dimensiones marcadas en los planos, para cada tipo de anclaje. A su vez se deberá cumplir que con estas dimensiones la sobreexcavación se apoye sobre terreno sano y desmontado, nunca sobre terreno relleno.

Posteriormente se encofrarán los laterales, y nunca el frente del anclaje. Se procederá a hormigonar el anclaje de forma que en el frente el hormigonado se realice contra el terreno sano.

Si en la excavación de la zanja para la tubería, hubiese sobreexcavaciones por fallos en ellas, y las dimensiones del anclaje no fuesen suficientes para conseguir terreno sano, éstos deberán aumentarse hasta lograrlo.

H) PASOS ESPECIALES

En los pasos bajo calles, caminos o carreteras, se realizarán las obras con arreglo a las condiciones impuestas por los Organismos encargados de velar por la conservación de dichas redes viarias. En los casos en que no existan dichas condiciones, se atenderá a lo que indique el Director de la Obra.

I) PRECAUCIONES DE LIMPIEZA A ADOPTAR

La principal y más sencilla de las precauciones a adoptar consiste en la instalación de tapones en los extremos de la tubería montada. Los tapones normalmente vienen suministrados con los tubos, y su suministro se debe exigir en con el pedido de la tubería. Dichos tapones deben permanecer colocados en los todos tubos durante transporte y el acopio, siendo responsabilidad del contratista su adquisición, mantenimiento y reposición en su caso.

Una vez sale cada tubo del acopio para ser instalado, debe lavarse interiormente con agua a presión antes de su colocación en la zanja. Para ello el contratista deberá tener a pie de obra una máquina hidrolimpiadora adecuada y en condiciones de uso. Se prestará especial atención a la zona interior de la campana de las tuberías con junta flexible, dado que la acumulación del polvo, arena y barro se suele producir en estos puntos.

Al colocar el tubo en la zanja, se tendrá especial cuidado en que no entre arena procedente de la cama del fondo de la zanja, para lo cual se retirará la arena necesaria en la zona de las juntas, que se volverá a colocar alrededor del tubo una vez colocado el tubo siguiente.

Si accidentalmente entrara algo de arena, tierra o elementos extraños dentro de la conducción, deberán retirarse cuidadosamente antes de la colocación del tubo siguiente.

En todas las paradas del tajo de instalación, aunque sea de corta duración, deberán comprobarse y colocarse los tapones de plástico o madera en los extremos de la tubería ya instalada, de forma suficientemente firme como para que no puedan soltarse accidentalmente. No se admitirán tapones hechos a base de sacos, tabloncillos, láminas o bolsas de plástico, o cualquier otro sistema que no sea especialmente diseñado y fabricado para tal fin.

Con el fin de que se pueda proceder a la inspección interior de la conducción mediante cámaras de TV, a medida que se instalen los tubos, se dejará instalada una guía consistente en un cable de acero inoxidable de al menos 3 mm de diámetro, dejando los puntos de acceso precisos para la introducción del aparato de inspección. En caso de que se pierda la guía, el contratista deberá desmontar los tubos necesarios para su recuperación, corriendo los gastos a su costa.

4.33.3. CONTROL DE CALIDAD

A) PRUEBAS Y ENSAYOS EN LA FABRICACIÓN DE LA TUBERÍA

Todos los tubos de acero soldado helicoidalmente deberán cumplir lo estipulado en la Norma UNE EN 10224:2006. La conformidad con estos requisitos será verificada mediante una inspección no específica y ensayos, salvo que la Dirección de Obra exija la realización de una inspección específica.

Documentos de inspección:

En función del tipo de inspección y de las especificaciones de la Dirección de obra, el fabricante suministrará los siguientes informes, certificados o actas, según la Norma europea EN 10204:

Inspección	Documento
Inspección no específica y ensayos	Informe de inspección 2.2
Inspección específica y ensayos	Certificado de inspección 3.1.A Certificado de inspección 3.1.B Certificado de inspección 3.1.C Acta de inspección 3.2

Contenido de los documentos de inspección:

Los documentos de inspección contendrán los siguientes códigos e información:

A	Las transacciones comerciales y las partes involucradas
B	La descripción de los productos para los que es de aplicación el documento de inspección
C02	La orientación de las probetas
C10-C13	El ensayo de tracción
C50-C69	El ensayo de doblado (soldadura), ensayo de aplastamiento o ensayo de avance expansivo
C71-C92	La composición química
D01	El marcado y la identificación, el aspecto superficial, la forma y las características dimensionales
D02-D99	El ensayo de estanquidad, ensayo no destructivo del cordón de soldadura
Z	La autenticación del documento

Resumen de inspecciones y ensayos:

Las inspecciones y ensayos que deberán efectuarse en función del tipo de inspección se incluyen en la siguiente tabla:

Tipo de ensayo	Tubos con inspección no específica	Tubos con inspección específica
Análisis de colada	1 representativo	1 por colada
Ensayo de tracción	Procedimiento del fabricante	1 por unidad de inspección
Ensayo de doblado sobre la soldadura	Procedimiento del fabricante	2 por unidad de inspección
Ensayo de estanquidad	Todos los tubos; hidrostático	Todos los tubos; hidrostático
Examen visual	Según se indica en el presente Pliego	Según se indica en el presente Pliego
Verificación dimensional	Según se indica en el presente Pliego	Según se indica en el presente Pliego
Ensayo no destructivo de la soldadura	Todos los tubos, incluyendo las soldaduras de empalme entre bandas de los tubos soldados helicoidalmente	Todos los tubos, incluyendo las soldaduras de empalme entre bandas de los tubos soldados helicoidalmente

Toma de muestras:

Frecuencia de ensayos: La frecuencia de los ensayos se ajustará a lo especificado en la Norma UNE EN 10021:2008. Para inspecciones no específicas, los ensayos serán realizados por el fabricante según sus propios procedimientos, en tanto que para inspecciones específicas los ensayos se realizarán sobre los productos a suministrar o sobre las unidades de inspección de las que el producto a suministrar forme parte.

En este segundo caso, la unidad de inspección estará formada por 100 tubos del mismo tipo (igual diámetro, igual espesor, igual tipo de acero y fabricación según el mismo procedimiento). Se seleccionará un tubo muestra por unidad de inspección para los ensayos mecánicos, y uno por cada tipo de acero para el análisis de producto.

El tipo y número de ensayos serán los especificados en el punto anterior en función del tipo de inspección.

Localización, orientación y preparación de muestras y probetas: Las muestras y probetas se extraerán del extremo de un tubo, según lo indicado en las Normas UNE EN 10224:2006 y Norma Europea EN ISO 14284:2002.

Las muestras para el análisis de producto se extraerán de las muestras o probetas utilizadas para los ensayos mecánicos, o del espesor pleno del tubo en la misma localización que para los ensayos mecánicos, conforme a la Norma Europea EN ISO 14284:2002.

La probeta para el ensayo a tracción será bien una sección completa de tubo o bien una probeta extraída del tubo muestra según la Norma Europea EN 10002-1. La probeta podrá extraerse longitudinal o transversalmente, a elección del fabricante.

La probeta para el ensayo de doblado sobre la soldadura cumplirá lo especificado en la Norma UNE-EN ISO 5173:2011.

Métodos de ensayo:

El personal encargado de realizar los ensayos no destructivos deberá estar cualificado y competente de los niveles 1, 2 y/o 3, conforme a lo establecido por las normas UNE-EN 10256:2001 y UNE-EN 473:2001.

Análisis químico: Se determinarán los elementos constitutivos de la colada indicados en el presente Pliego. La elección de un método físico o químico analítico adecuado para el análisis quedará a elección del fabricante, debiendo ser aprobado posteriormente por la Dirección de Obra. En caso de discrepancias el método a emplear se acordará teniendo en cuenta el Informe CEN CR 10261:1996.

Ensayo de tracción: El ensayo de tracción se efectuará a una temperatura comprendida entre 10° C y 35° C.

El ensayo se realizará conforme a la Norma UNE EN 10002-1:2002, determinándose lo siguiente:

- La resistencia a la tracción (R_m)
- El límite elástico superior (R_{eH}). Si no se presenta un fenómeno de plasticidad se determinará el límite elástico convencional al 0,2% ($R_{p0,2}$) o el límite de extensión al 0,5% ($R_{t0,5}$). en caso de litigio se aplicará el límite elástico convencional al 0,2% ($R_{p0,2}$).
- El alargamiento total tras la rotura con referencia a una longitud entre marcas:

$$L_0 = 5,65 \cdot \sqrt{S_0}$$

Siendo S_0 la sección transversal inicial de la longitud entre marcas.

En caso de utilizar una probeta no proporcional, el valor del alargamiento deberá convertirse en dicho valor mediante las tablas de conversión de la Norma Europea EN ISO 2566-1:1999.

Ensayo de doblado sobre la soldadura: El ensayo de doblado sobre la soldadura se efectuará conforme a la Norma UNE-EN ISO 5173:2011 y a una temperatura comprendida entre 10° C y 35° C.

Las probetas deberán doblarse un ángulo de 180° sobre una barra del siguiente diámetro en función del tipo de acero:

Tipo de acero	Diámetro del mandril
B	$3 \cdot e$
X42 a X70	$4 \cdot e$

Ensayo de estanquidad: Los tubos se ensayarán a estanquidad antes de la aplicación de los revestimientos, tanto interiores como exteriores. El ensayo se realizará mediante presión hidráulica.

Salvo indicación en contra por la Dirección de Obra, la presión de prueba (P) será la menor de los siguientes valores:

- $P = 70 \text{ bar}$
- $P = \frac{20 \cdot S \cdot e}{D}$

donde:

P = presión de ensayo, en bar

D = diámetro exterior del tubo, en mm

e = espesor nominal del tubo, en mm

S = tensión correspondiente al 70% del límite elástico aparente nominal del tipo de acero, en MPa.

Ensayo no destructivo de la soldadura de los tubos soldados: Sobre toda la longitud del tubo se realizará un ensayo ultrasónico del cordón de soldadura conforme a la Norma UNE EN 10246-9:2000, con un nivel de aceptación U4. Si el cordón de soldadura no se pudiera ensayar automáticamente se realizará el ensayo manualmente.

Se efectuará además un ensayo ultrasónico conforme a la Norma UNE EN 10246-17:2000, con un nivel de aceptación U4, o un ensayo radiográfico conforme a la Norma UNE EN 10246-10:2000, con calidad de imagen R2, sobre una distancia de 200 mm a lo largo de la soldadura en los dos extremos del tubo. El método de ensayo quedará a elección del fabricante.

Las soldaduras de empalme entre bandas se controlarán mediante un ensayo ultrasónico manual conforme a la Norma Europea EN 10246-9 con un nivel de aceptación U4, o mediante un ensayo radiográfico conforme a la Norma Europea EN 10246-10, con calidad de imagen R2. El método de ensayo quedará a elección del fabricante.

Examen visual: Tras el proceso de fabricación, todos los tubos se someterán a una inspección visual, verificándose la uniformidad del color, la lisura y la regularidad de la superficie interior, especialmente en la zona de juntas.

Verificación dimensional: En todos los tubos se realizarán las siguientes comprobaciones para verificar que las dimensiones se corresponden con las indicadas en los planos y cuadros de precios del Proyecto:

- Espesor. Se realizarán comprobaciones del espesor en las embocaduras de los tubos mediante equipos mecánicos o ultrasónicos debidamente calibrados y con precisión de al menos 0,1 mm.
- Diámetro. El diámetro de los tubos se medirá con elementos mecánicos debidamente calibrados y con precisión de al menos 1 mm. Simultáneamente se determinará si el tubo cumple las tolerancias de ovalización definidas en el presente Pliego.
- Longitud. La longitud del tubo se determinará con cinta métrica con una precisión de al menos 5 mm.
- Rectitud. La rectitud de los tubos se verificará mediante inspección visual de los mismos, salvo indicación en contra por parte de la Dirección de Obra. En este caso se empleará el método de medición de la flecha mediante cuerdas de piano.

B) PRUEBAS Y ENSAYOS DEL REVESTIMIENTO

Los revestimientos externos e internos de los tubos de acero se comprobarán conforme a lo indicado en la siguiente tabla:

Ensayo	Metodología y condiciones de ensayo	Criterio de aceptación / objetivo del ensayo	Frecuencia
Medida del perfil de rugosidad	Uso de lentes de aumento, por comparación con una muestra correspondiente al Rugotest nº 3	Comprobación del perfil de rugosidad del revestimiento	
Medida del espesor	PSC-PA2	La media de mediciones no debe ser menor del valor teórico y ningún valor debe diferenciarse en más del 30%	25 medidas por tubo (5 en 5 generatrices distintas)
Adherencia	ASTM D3539-96 (reticulado) ASTM D4541-02 (por tracción) UNE-EN ISO 4624	Comprobar valores de la adherencia del revestimiento al tubo Mínimo de 7 Mpa revestimiento exterior Mínimo de 3.5 Mpa revestimiento interior	
Porosidad	Tensión de ensayo de 8.000 a 15.000 voltios	No aparición de poros en el ensayo	Todos los tubos

C) CONTROL Y SUPERVISIÓN DE LA RECEPCIÓN DE LOS TUBOS

A la llegada a obra se observará el cargamento con detenimiento, apreciando si los tubos han sufrido algún deterioro. Serán objeto de revisión visual los siguientes aspectos:

- Deterioros, desgastes o pérdidas del revestimiento exterior o interior de los tubos.
- Golpes, abolladuras o señales superficiales en cualquier parte de la superficie del tubo.
- Alteraciones de cualquier tipo producidas en los extremos de los tubos.

Asimismo, se revisará que los documentos de control dimensional realizados en fábrica son conformes con las correspondientes piezas entregadas en el punto de recepción.

La inspección la realizará la Dirección de Obra o persona en quién delegue, y comprenderá igualmente la comprobación de las cantidades recibidas y clases de materiales.

Cualquier anomalía que pudiera detectarse será responsabilidad del Contratista, quedando obligado a la ejecución, si ello fuera posible, de todas las labores necesarias para la reparación de los desperfectos ocasionados en el tubo hasta cumplir todas las especificaciones incluidas en el presente Pliego.

Todos los tubos reparados en obra por este concepto serán sometidos a las correspondientes verificaciones por la Dirección de Obra o tercero que ésta designe antes de su aceptación final.

En caso de que los tubos dañados o reparados por el Contratista ofrezcan alguna duda sobre su utilización en la obra, éstos serán definitivamente rechazados, pudiendo la propiedad reclamar la indemnización por daños y perjuicios que a tal efecto se establezca en el Contrato entre las partes.

D) ENSAYOS SOBRE SOLDADURAS

Todos los accesorios de los tubos de acero soldado helicoidalmente deberán cumplir lo estipulado en la Norma UNE EN 10224:2006. La conformidad con estos requisitos será verificada mediante una

inspección no específica y ensayos, salvo que la Dirección de Obra exija la realización de una inspección específica.

Se seguirán los mismos procedimientos de control y supervisión descritos en el apartado referente a la tubería.

Se realizarán ensayos mediante la utilización de líquidos penetrantes en todas las soldaduras efectuadas en obra.

Los ensayos se efectuarán conforme a la Norma UNE-EN ISO 3452-1:2013, no debiendo detectarse ningún poro durante los mismos.

Además, sobre el 20 % de las soldaduras se efectuarán ensayos por alguno de los procedimientos no destructivos señalados en el presente Pliego para las soldaduras de fábrica.

Si los fallos detectados exceden porcentajes de más del 5%, el ensayo seleccionado se extenderá al 100% de las soldaduras.

Una vez efectuada la aplicación de los revestimientos en la zona de juntas y el repaso de los defectos detectados en otros puntos de los mismos, se procederá a comprobar todos los tubos conforme a lo indicado en la siguiente Tabla:

Ensayo	Metodología y condiciones de ensayo	Criterio de aceptación / objetivo del ensayo	Frecuencia
Medida del perfil de rugosidad	Uso de lentes de aumento, por comparación con una muestra correspondiente al Rugotest nº 3	Comprobación del perfil de rugosidad del revestimiento	
Medida del espesor	PSC-PA2	La media de mediciones no debe ser menor del valor teórico y ningún valor debe diferenciarse en más del 30%	25 medidas por tubo (5 en 5 generatrices distintas)
Adherencia	ASTM D3539-96 (reticulado) ASTM D4541-02 (por tracción)	Comprobar valores de la adherencia del revestimiento al tubo	
Porosidad	Tensión de ensayo de 8.000 a 15.000 voltios	No aparición de poros en el ensayo	Todos los tubos

E) ENSAYOS EN EL REVESTIMIENTO CON LA TUBERÍA INSTALADA

Con anterioridad al relleno de la sobreexcavación realizada en la zona de juntas se procederá a revisar el revestimiento tanto exterior como interior mediante chispómetro, detectándose la posible presencia de poros en el mismo.

F) PRUEBA HIDRÁULICA DE LA CONDUCCIÓN

Antes del inicio de la prueba hidráulica en la conducción deberán haberse ejecutado los pertinentes anclajes al terreno en codos, válvulas y demás elementos, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas. En tuberías enterradas la zanja deberá estar parcialmente rellena, dejándose las uniones descubiertas. Asimismo, se verificará que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña.

El Contratista suministrará el agua y todos los elementos necesarios para la realización de la prueba, así como el personal necesario. Los manómetros y equipos de medida que se empleen serán aprobados previamente por la Dirección de Obra.

El agua necesaria para estas pruebas deberá ser obligatoriamente potable, no permitiéndose agua que pueda crear una contaminación en la tubería.

Se seguirán las especificaciones indicadas en la norma UNE-EN 805:2000, y recogidas en la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión (CEDEX 2003), que se exponen seguidamente.

La presión de prueba (denominada abreviadamente STP) se determina con la siguiente formulación:

$$STP = MDP + 0,1$$

donde MDP es la presión máxima de diseño (todos los valores en N/mm²).

Esta formulación supone que los efectos de golpe de ariete, transitorios y oscilaciones se han calculado con detalle y ya están englobados en el concepto de máxima presión de diseño MDP.

A medida que avanza el montaje de la tubería ésta debe ser probada por tramos, que deberán tener, en la medida de lo posible, iguales características de diámetro y espesor. Las longitudes máximas de prueba se determinarán en particular con las siguientes observaciones:

- la presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo del tramo de prueba
- pueda aplicarse una presión al menos igual a la MDP en el punto más alto de prueba
- pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad la cantidad de agua necesaria para la prueba
- la diferencia de presión entre el punto más alto y el punto más bajo no exceda del 10% de la presión de prueba STP
- en la medida de lo posible, sus extremos coincidan con válvulas de corte de la tubería.

Con todo ello la longitud máxima de cada tramo no deberá ser superior a 1.000 m. En caso que el Contratista estime conveniente incrementar la longitud del tramo de prueba, se requerirá autorización por escrito de la Dirección de Obra tras la presentación a ésta de un informe justificativo de la decisión a adoptar.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo del tramo de tubería que se vaya a ensayar y estará provista de un manómetro de precisión no inferior a 0,02 N/mm². La medición del volumen de agua debe realizarse con una precisión no menor de 1 litro.

Durante la realización de la prueba de la tubería instalada se tomarán las medidas de seguridad necesarias para que, en caso de fallo de la tubería, no se produzcan daños a las personas y que los daños materiales sean mínimos. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado la peligrosidad de la prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tajos cercanos. En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la prueba consta de las dos etapas siguientes:

- etapa preliminar
- etapa principal

Etapa preliminar:

Se comenzará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire. Estos elementos se irán cerrando una vez que se vaya procediendo al llenado, comenzando por los que se encuentren más abajo y sucesivamente de abajo a arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión de aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería una vez llena se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.

A continuación se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre STP y MDP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante un tiempo de dos horas. Durante este periodo de tiempo no debe haber pérdidas apreciables de agua ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería de procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

Etapa principal o de puesta en carga:

Una vez superada la etapa preliminar, la presión hidráulica interior se aumenta de nuevo de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de STP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto. Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo. Se espera una hora y se mide mediante manómetro el descenso de presión. Este descenso de presión será menor de 0,02 N/mm².

A continuación se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua. El volumen de agua así suministrado será inferior al expresado en la fórmula siguiente:

$$\Delta V_{\text{máx}} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \left[\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E} \right]$$

donde:

$\Delta V_{\text{máx}}$ = pérdida admisible, en litros

V = volumen del tramo de tubería en prueba, en litros

$\Delta p = 0,02 \text{ N/mm}^2$ (caída admisible de presión durante la prueba)

$E_w = 2,1 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ (módulo de compresibilidad del agua)

$E = 2,10 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ (módulo de elasticidad del acero)

ID = diámetro interior del tubo en mm

e = espesor nominal del tubo en mm.

Cuando durante la realización de esta etapa principal el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se deben corregir los defectos observados para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

Otros ensayos complementarios de purga de aire, en caso de valores no admisibles de descenso de presión o de volumen suministrado, se encuentran recogidos en la norma UNE EN 805:2000.

4.33.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas que serán medidas en verdadera magnitud, y en tramos rectos no descontándose de la medición el espacio ocupado por válvulas, piezas especiales y otros elementos. Se abonarán mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En los precios de las tuberías no se incluyen las piezas especiales (tés, reducciones, manguitos bridados, bridas enchufe o racores brida, uniones abrazaderas flexibles y carretes de desmontaje) pero sí los codos de la tubería, previstos en calderería y los accesorios de las distintas juntas. Se entiende por accesorios de las juntas, los anillos de goma que se alojan en las juntas flexibles, las arandelas, contrabridas y bulones de las juntas flexibles para piezas, así como los accesorios de las juntas flexibles acerrojadas.

Los mecanizados para la unión a la tubería de fundición de los codos, tanto macho como hembra están incluidos igualmente en el precio de tubería.

En el precio de las tuberías se incluyen igualmente los manguitos termorretractiles para unir los tubos, las pinturas para la protección de las juntas, etc., a manga de polietileno de recubrimiento proyectada así como todos los accesorios (alambres, cintas adhesivas, flejes, etc.) para su instalación.

Todos estos elementos se han tenido en cuenta en la confección unitaria de los precios.

En el precio de las tuberías se incluyen específicamente el coste de las pruebas de tubería instalada definidas y realizadas según en el apartado 4.33.3 de este Pliego.

Artículo 4.34. TUBERÍA DE P.V.C.

Esta unidad de obra consiste en el suministro, ejecución y tendido de las tuberías de P.V.C., incluso juntas y pequeño material, con todos los elementos necesarios para el completo acabado de la unidad.

Será también de aplicación para los tubos de drenaje de P.V.C.

4.34.1. MATERIALES

La calidad de los materiales a utilizar en la fabricación de estos tubos de P.V.C., así como de sus accesorios y juntas, se indican explícitamente en las Normas UNE-EN 1329-1:2022, UNE-EN ISO 845:2010, UNE-EN ISO 1452-5:2011 y UNE-EN 1401-1:2020

4.34.2. CONTROL DE CALIDAD

A) MATERIALES DE TUBOS

El material básico para la fabricación de los tubos de P.V.C. será resina de policloruro de vinilo, técnicamente pura, es decir, con menos del 1% de sustancias extrañas.

Al material básico no se le podrá añadir ninguna sustancia plastificante.

Se podrá incluir otros ingredientes o aditivos en una proporción tal que, en su conjunto, no supere el cuatro por ciento (4%) del material que constituye la pared del tubo acabado. Estos ingredientes o aditivos pueden ser lubricantes, estabilizadores, modificadores de las propiedades finales del producto y colorantes.

El fabricante de los tubos establecerá las condiciones técnicas de la resina de policloruro de vinilo, de forma que pueda garantizar el cumplimiento de las características a corto plazo y a largo plazo (50 años) que se exigen en este pliego. En especial tendrá en cuenta las siguientes características de la resina:

- Peso específico aparente.
- Granulometría.
- Porosidad el grano.
- Índice de viscosidad.
- Colabilidad.
- Color.
- Contenido máximo de monómero libre.
- Humedad.

Estas características se determinarán de acuerdo con las normas UNE correspondientes o, en su defecto, con las normas ISO.

El material que forma la pared del tubo tendrá las características que a continuación se expresan, con la indicación del método de ensayo para su determinación, en el siguiente cuadro:

TUBOS DE PVC – CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DEL TUBO A CORTO PLAZO			
Características	Valores	Método de ensayo	Observaciones
Densidad.	De 1,35 a 1,46 kg./dm	UNE-EN-ISO 1183-2:2019	De la pared del tubo
Coefficiente de dilatación térmica.	De 60 a 80 10 ⁻⁶ Grados C	UNE 53126/:2014	En probeta obtenidas del tubo
Temperatura de reblandecimiento VICAT mínima.	79 grados C	UNE-EN-ISO 306:2015	Bajo peso de 5kg
Módulo de elasticidad lineal a 20°C, mínimo.	28.000 Kp/cm ²	Del Diagrama tensión-deformación del ensayo a tracción	Módulo tangente inicial
Resistencia a tracción simple mínima	500kp/cm ²	UNE-1452-1,2 y 3	Se tomará el menor de las 5 probetas
Alargamiento en la rotura a tracción	80%	UNE-1452-1,2 y 3	Se tomará el menor de las 5 probetas
Absorción de agua máxima	40g/m ²	UNE-1452-1,2 y 3	En prueba a presión hidráulica
Opacidad máxima	0,2%	UNE-EN-ISO 13468-1:2020	

B) RESISTENCIA AL IMPACTO

Se realiza el ensayo según las indicaciones de la UNE-EN ISO 3127:2018.

C) RESISTENCIA A LAS PRESIÓN INTERNA

La resistencia a la presión interna se calcula según la UNE-EN-ISO 1167-1 y -2:2006 y marca muestras de longitud de $3f_{ext}$, con un mínimo de 250 mm. En el caso de que la longitud sea superior a 315mm, se reduce a $2f_{ext}$. Se realizarán pruebas en un mínimo de 3 probetas.

D) RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO EN OBRA DE LOS TUBOS Y ACCESORIOS

Cada partida o entrega del material irá acompañada de una hoja de ruta que especifique la naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que la componen. Deberá hacerse con el ritmo y plazos señalados por la Dirección de las Obras.

Las piezas que hayan sufrido averías durante el transporte, o que presenten defectos no apreciados en la recepción de fábrica, serán rechazadas.

La Dirección de las Obras, si lo estima necesario, podrá ordenar en cualquier momento la repetición de pruebas sobre las piezas ya ensayadas en fábrica. El Contratista, avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estas pruebas, de las que se levantará acta, y los resultados obtenidos en ellas prevalecerán sobre los de las primeras. Si los resultados de estas últimas pruebas fueran favorables, los gastos serán a cargo de la Administración; en caso contrario, corresponderán al Contratista que deberá además reemplazar los tubos, piezas, etc., previamente

marcados como defectuosos procediendo a su retirada y sustitución en los plazos señalados por la Dirección de Obra. De no realizarlo el Contratista, lo hará la Administración a costa de aquél.

Deberá tenerse en cuenta que la resistencia al impacto de los tubos de PVC disminuye de forma acusada a temperaturas inferiores a cero grados centígrados. No obstante pueden ser manejadas y acopiadas satisfactoriamente si las operaciones se realizan con cuidado.

E) ACEPTACIÓN O RECHAZO DE LOS TUBOS

Clasificado el material por lotes de 200 unidades o fracción, las pruebas se efectuarán sobre muestras tomadas de cada lote, de forma que los resultados que se obtengan se asignarán al total del lote.

Los tubos que no satisfagan las condiciones generales fijadas en este pliego, así como las pruebas fijadas para cada tipo de tubo y las dimensiones y tolerancias definidas en este pliego, serán rechazados. Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá esta misma sobre dos muestras más del lote ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambas es bueno.

La aceptación de un lote no excluye la obligación del Contratista de efectuar los ensayos de tubería instalada y el poner a su costa los tubos o piezas que pueden sufrir deterioro o rotura durante el montaje o las pruebas en la tubería instalada.

4.34.3. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por metros lineales (ml) realmente ejecutados medidos sobre planos, a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En el precio se incluyen todas las fases que se describen tanto en el cuadro de precios, como en los artículos de este Pliego. Los excesos sobre planos no serán de abono a excepción que cuenten con la autorización expresa del Ingeniero Director de la Obra.

Esta unidad de obra incluye los siguientes conceptos:

- La tubería y su puesta en obra, incluyendo juntas y pequeño material.
- Las juntas y los materiales que las componen.
- Las pruebas.
- Los anclajes de la tubería.
- Las piezas especiales.
- Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

Artículo 4.35. TUBERÍA DE POLIETILENO

4.35.1. MATERIALES

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

- Resina de Polietileno, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN ISO 17855:2015, UNE-EN 13244 y UNE-EN 12201.
- Negro de carbono o pigmentos. El negro de carbono utilizado en la producción del compuesto negro debe tener tamaño de partícula promedio (primario) de 10 a 25 nm.

- Aditivos, tales como lubricantes, estabilizadores o colorantes, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 12201.

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) ASPECTO, COLOR Y TERMINACIÓN

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

- Respecto a los colores de los tubos, son varias las posibilidades según la normativa.

Como norma general, los tubos de color azul no deben quedar expuestos a la luz solar. Análogamente, el material empleado en su fabricación puede ser negro o azul, sustituyéndose, en este último caso, el negro de carbono por un pigmento azul.

4.35.2. EJECUCIÓN

A) EMBALAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

Suministro

Los tubos de pequeño diámetro suministrados en rollos, se extenderán tangencialmente y los de mayor diámetro se extenderán, en posición horizontal, atando a un punto fijo el extremo del tubo exterior del rollo y estirando con precaución del extremo del tubo interior del rollo, al cual se le habrá atado una cuerda de 5 m. Los tubos no deben doblarse en ningún caso. Además es muy importante tanto el desenrollado como el tendido, evitando que se deterioren los tubos con cortes producidos por piedras puntiagudas o elementos de filo cortante.

Manejo

Se evitará arrastrar los tubos y rollos de tubería sobre el suelo áspero o el contacto con objetos de filo cortante.

Si una tubería resultara dañada o con dobleces, la porción afectada se suprimirá completamente.

Transporte

Los vehículos utilizados estarán provistos de un plano horizontal llano, libre de clavos o elementos que puedan dañar los tubos. La carga se acondicionará sin poner en contacto cables metálicos o cadenas con el material. No se colocarán rollos en posición vertical unos sobre otros. Durante el transporte no deben situarse otras cargas encima de los tubos.

Almacenamiento

El almacenamiento puede hacerse bajo techo o al descubierto. Los rollos pueden almacenarse en posición horizontal unos sobre otros, pero no en posición vertical.

Las barras pueden almacenarse en estantes horizontales, con el apoyo necesario para evitar su deformación. La altura máxima apilada de tubos no debe exceder de 1,5 m tanto en rollos como en barras.

No deben ponerse en contacto las tuberías con combustibles, disolventes o pinturas agresivas. Asimismo tampoco tendrán contacto con tuberías de vapor o agua caliente y se mantendrán separadas de superficies con temperatura superior a 50 °C.

B) SISTEMAS DE UNIÓN

La unión puede realizarse por soldadura o mediante accesorios de plástico o metálicos. Los accesorios para unión deben tener una resistencia acorde con la presión de trabajo de la instalación.

Las tuberías de polietileno no admiten unión por adhesivo.

UNIONES POR SOLDADURA

Unión por soldadura a tope

Se efectúa por calentamiento de los extremos de los tubos mediante una placa previamente calentada. Posteriormente se mantienen juntos los extremos bajo presión controlada.

El método sirve para todos los diámetros, aunque es necesario un equipo adecuado para alineamiento de tubos y aplicación de presión controlada si el diámetro es mayor de 50 mm. La unión se hará en 3 fases:

- 1ª) Preparación de superficie. Superficies de acoplamiento alineadas y libres de imperfecciones.
- 2ª) Calentamiento de superficies. La placa estará a $210\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$. Se presionarán las superficies de acoplamiento sobre la placa hasta que se forme una rebaba de material fundido.
- 3ª) Soldadura. Se unen las caras calentadas bajo presión de ,5 a 2 kg/cm², manteniéndola hasta que se enfríe el área de unión. Quedará una rebaba en el interior y exterior de la tubería, cuya altura no debe exceder 1/3 del espesor de pared.

4.35.3. CONTROL DE CALIDAD

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme a la Norma UNE-EN 12201, no será necesario realizar un control de calidad de los tubos de PE. En caso contrario, se realizarán en fábrica los siguientes ensayos y controles conforme a los requisitos especificados en la UNE-EN 12201 para cada lote de fábrica del pedido suministrado:

- Control de diámetros y longitudes, según datos declarados por el fabricante en la memoria técnica
- Densidad del compuesto, según UNE-EN ISO 1183-2:2019, ISO 6969:2004 y UNE-EN ISO 1183-1:2019
- Contenido en negro de carbono, según ISO 6969:2004
- Dispersión del negro de Carbono, según ISO 18553:2002
- Alargamiento en rotura, según EN ISO 6259-1:2015 e ISO 6259-3:2015

El marcado de los tubos será según UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020 para tubería a presión y lo especificado en el punto 11 de la UNE-EN 13244-2 para tubería de saneamiento a presión. Los tubos

irán marcados de forma indeleble, como mínimo cada metro de longitud, con los datos que se especifican en el presente pliego. El marcado no producirá puntos de iniciación de fisuras ni otro tipo de fallos.

- Los tubos indicarán como mínimo lo siguiente:
- 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 metro. El marcado podrá realizarse bien por impresión, proyección o conformado directamente en el tubo de forma que no pueda ser origen de grietas u otros fallos.

Sólo se utilizarán tuberías clasificadas y marcadas de acuerdo a lo especificado en las normas correspondientes, que estén en cada momento legalmente vigentes. Toda la documentación originada en la fabricación, durante la realización del control de calidad de la tubería se clasificará y ordenará, para la documentación de liquidación de la obra.

A) ENSAYOS DEL COMPUESTO EN FORMA DE GRANZA EMPLEADO EN LOS TUBOS DE PE

Características	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
		Parámetro	Valor	
Densidad del compuesto	≥ 930 kg/m	Temperatura de ensayo	23 °C	UNE-EN ISO 1183
		Número de muestras	Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 1183	
Contenido en negro de carbono (compuesto negro)	(2 al 2,5) % en masa	Debe ser conforme con la Norma ISO 6964		ISO 6964
Dispersión del negro de carbono (compuesto negro)	≤ grado 3	Debe ser conforme con la Norma ISO 18553		ISO 18553
Dispersión del pigmento (compuesto azul)	≤ grado 3	Debe ser conforme con la Norma ISO 18553		ISO 18553
Contenido en agua ^b	≤ 300 mg/kg	Número de probetas	1	UNE-EN 12118
Contenido en materias volátiles	≤ 350 mg/kg	Número de probetas	1	UNE-EN 12099

Características	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
		Parámetro	Valor	
Tiempo de inducción a la oxidación	≤ 20 min	Temperatura de ensayo	200 °C	UNE-EN 728
		Número de probetas	3	
Índice de fluidez en masa (MFR) para PE 40	0,2 g/10 min a 1,4 g/10 min	Carga	2,16 kg	UNE-EN ISO 1133 Condición D
		Temperatura	190 °C	
		Tiempo	10 min	
	Desviación máxima del ± 20% del valor especificado	Número de probetas	Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 1133	
Índice de fluidez en masa (MFR) para PE 63, PE 80 y PE 100	0,2 g/10 min a 1,4 g/10 min	Carga	5 kg	UNE-EN ISO 1133 Condición T
		Temperatura	190 °C	
		Tiempo	10 min	
	Desviación máxima del ± 20% del valor especificado	Número de probetas	Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 1133	

B) ENSAYOS DEL COMPUESTO EN FORMA DE TUBO

Características	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
		Parámetro	Valor	
Resistencia a la tracción en uniones por fusión a tope	Ensayo hasta rotura: • Dúctil: Pasa • Frágil: No pasa	Diámetro del tubo	110 mm	UNE-EN 13953
		Relación de dimensión del tubo	SDR 11	
		Temperatura de ensayo	23 °C	
		Número de probetas	Debe ser conforme con la Norma UNE-EN 13953	
Resistencia a la propagación lenta de fisuras (tamaño del tubo 110 o 125 mm SDR 11)	Sin fallo durante el periodo de ensayo	Temperatura de ensayo	80 °C	UNE-EN ISO 13479
		Presión interna de ensayo para:		
		• PE 63	6,4 bar	
		• PE 80	8,0 bar	
		• PE 100	9,2 bar	
Duración del ensayo	165 h			
Tipo de ensayo	Agua en agua			
Número de probetas	Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 13479			
Efecto sobre la calidad del agua	Debe ser conforme con las legislaciones nacionales existentes			
Resistencia a la intemperie (compuestos azules solamente)	Las probetas sometidas al ensayo a la intemperie debe cumplir todos los requisitos de las siguientes características	Radiación solar acumulada	≥3,5 GJ/m ²	UNE-EN 1056
a) Tiempo de inducción a la oxidación	Debe ser conforme con la tabla 1 de esta norma			UNE-EN 1056
b) Alargamiento en la rotura	Debe ser conforme con la tabla 5 de la Norma UNE-EN 12201-2			UNE-EN ISO 6259-1 e ISO 6259-3
c) Resistencia hidrostática a 80 °C	Debe ser conforme con la tabla 3 de la Norma UNE-EN 12201-2			UNE-EN 921

Características	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
		Parámetro	Valor	
Resistencia a la propagación rápida de fisuras	Parada	Diámetro del tubo (d _n)	250 mm	ISO 13477 (ensayo S4)
		Relación de dimensión del tubo	SDR 11	
		Temperatura de ensayo	0 °C	
		Medio del ensayo	Aire	
		Presión interna de ensayo para: • PE 100 • PE 80	10,0 bar 8,0 bar	
		Número de probetas	Debe ser conforme con la Norma ISO 13477	
Resistencia a la propagación rápida de fisuras	Parada	Diámetro del tubo (d _n)	500 mm	EN ISO 13478 (FST)
		Relación de dimensión del tubo	SDR 11	
		Temperatura de ensayo	0 °C	
		Medio del ensayo	Aire	
		Presión interna de ensayo para: • PE 100 • PE 80	24,0 bar 20,0 bar	
		Número de probetas	Debe ser conforme con la Norma EN ISO 13478	

Los ensayos que deben realizarse sobre los tubos de PE son los que se indican en las siguientes tablas:

C) ENSAYOS EN LOS TUBOS DE PE (CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS)

Características	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
		Parámetro	Valor	
Resistencia hidrostática a 20 °C	Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo	Tapones	Tipo a)	UNE-EN 921
		Duración del acondicionamiento	Debe ser conforme con la Norma UNE-EN 921	
		Número de probetas	3	
		Tipo de ensayo	Agua en agua	
		Temperatura de ensayo	20 °C	
		Duración del ensayo	100 h	
		Esfuerzo (tensión) circunferencial para:	7,0 MPa 8,0 MPa 10,0 MPa 12,4 MPa	
Resistencia hidrostática a 80 °C	Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo	Tapones	Tipo a)	UNE-EN 921
		Duración del acondicionamiento	Debe ser conforme con la Norma UNE-EN 921	
		Número de probetas	3	
		Tipo de ensayo	Agua en agua	
		Temperatura de ensayo	80 °C	
		Duración del ensayo	165 h	

Características	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
		Parámetro	Valor	
Resistencia hidrostática a 80 °C	Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo	Esfuerzo (tensión) circunferencial para:		UNE-EN 921
		<ul style="list-style-type: none"> • PE 40 • PE 63 • PE 80 • PE 100 	<ul style="list-style-type: none"> 2,5 MPa 3,5 MPa 4,5 MPa 5,4 MPa 	
Resistencia hidrostática a 80 °C	Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo	Tapones	Tipo a)	UNE-EN 921
		Duración del acondicionamiento	Debe ser conforme con la Norma UNE-EN 921	
		Número de probetas	3	
		Tipo de ensayo	Agua en agua	
		Temperatura de ensayo	80 °C	
		Duración del ensayo	1 000 h	
		Esfuerzo (tensión) circunferencial para:		
<ul style="list-style-type: none"> • PE 40 • PE 63 • PE 80 • PE 100 	<ul style="list-style-type: none"> 2,0 MPa 3,2 MPa 4,0 MPa 5,0 MPa 			

D) ENSAYOS EN LOS TUBOS DE PE (CARACTERÍSTICAS FÍSICAS)

Características	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
		Parámetro	Valor	
Alargamiento en la rotura para $e \leq 5$ mm	$\geq 350\%$	Forma de la probeta	Tipo 2	UNE-EN ISO 6259-1 e ISO 6259-3
		Velocidad de ensayo	100 mm/min	
		Número de probetas	Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 6259-1	
Alargamiento en la rotura para $5 \text{ mm} < e \leq 5$ mm	$\geq 350\%$	Forma de la probeta	Tipo 1	UNE-EN ISO 6259-1 e ISO 6259-3
		Velocidad de ensayo	50 mm/min	
		Número de probetas	Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 6259-1	
Alargamiento en la rotura para $e \leq 12$ mm	$\geq 350\%$	Forma de la probeta	Tipo 1	UNE-EN ISO 6259-1 e ISO 6259-3
		Velocidad de ensayo	25 mm/min	
		Número de probetas	Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 6259-1	
		o		
		Forma de la probeta	Tipo 3	
		Velocidad de ensayo	10 mm/min	
		Número de probetas	Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 6259-1	
Índice de fluidez en masa MFR para PE 40	Cambio del MFR tras la transformación $\pm 20\%$	Carga	2,16 kg	UNE-EN ISO 1133, condición D
		Temperatura de ensayo	190 °C	
		Duración del ensayo	10 min	
		Número de probetas	Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 1133	

Características	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
		Parámetro	Valor	
Índice de fluidez en masa MFR para PE 63, PE 80 y PE 100	Cambio del MFR tras la transformación $\pm 20\%$	Carga	5 kg	UNE-EN ISO 1133, condición T
		Temperatura de ensayo	190 °C	
		Duración del ensayo	10 min	
		Número de probetas	Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 1133	
Tiempo de inducción a la oxidación	≥ 20 min	Temperatura de ensayo	200 °C	UNE-EN 728
		Número de probetas	3	
Efecto sobre la calidad del agua	Se aplican las legislaciones nacionales, y/o los proyectos de norma actualmente en elaboración			

E) CONDICIONES DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PRESIÓN HIDRÁULICA INTERIOR EN LOS TUBOS DE PE (UNE-EN 12201 Y UNE-EN 13244)

Temperatura (°C)	Duración (horas)	Esfuerzo tangencial de ensayo (σ_t) (N/mm ²)			
		PE 40	PE 63	PE 80	PE 100
20	100	7,0	8,0	8,0	12,4
80	165	2,5	3,5	4,5	5,4
80	1.000	2,0	3,2	4,0	5,0

F) VALORES DE REFERENCIA Y PARÁMETROS DE ACEPTACIÓN

En relación con los criterios de aceptación, se aceptará el lote de fabricación en función del cumplimiento de la totalidad de los parámetros (o valores de referencia) establecidos en las normas de producto indicadas. En el caso de la existencia de un resultado no conforme respecto de la norma de referencia del ensayo realizado, se rechazará todo el lote de fabricación.

G) PREVIO A LA ENTREGA DE LOS MATERIALES EN OBRA

Se hará entrega de los resultados de las pruebas de fábrica de las tuberías a suministrar, a excepción del control dimensional. Junto con las evidencias documentales indicadas, se expedirá un Dossier final de Fabricación.

H) A LA LLEGADA A OBRA

Se hará entrega de los resultados del control dimensional, expidiéndose igualmente un Dossier.

I) FINAL DE FABRICACIÓN

Todos los documentos que atestigüen resultados sobre las pruebas requeridas, deberán estar referenciados a los lotes suministrados según albaranes y marcados, indicando en todos ellos la denominación de la obra, lugar de entrega y fecha.

J) PRUEBA HIDRÁULICA DE LA CONDUCCIÓN

Antes del inicio de la prueba hidráulica en la conducción deberán haberse ejecutado los pertinentes anclajes al terreno en codos, válvulas y demás elementos, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas. En tuberías enterradas la zanja deberá estar parcialmente rellena, dejándose las uniones descubiertas. Asimismo, se verificará que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña.

El Contratista suministrará el agua y todos los elementos necesarios para la realización de la prueba, así como el personal necesario. Los manómetros y equipos de medida que se empleen serán aprobados previamente por la Dirección de Obra.

Se seguirán las especificaciones indicadas en la norma UNE-EN 805:2000, y recogidas en la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión (CEDEX 2003), que se exponen seguidamente.

La presión de prueba (denominada abreviadamente STP) se determina con la siguiente formulación:

$$STP = MDP + 0,1$$

donde MDP es la presión máxima de diseño (todos los valores en N/mm²).

Esta formulación supone que los efectos de golpe de ariete, transitorios y oscilaciones se han calculado con detalle y ya están englobados en el concepto de máxima presión de diseño MDP.

A medida que avanza el montaje de la tubería ésta debe ser probada por tramos, que deberán tener, en la medida de lo posible, iguales características de diámetro y espesor. Las longitudes máximas de prueba se determinarán en particular con las siguientes observaciones:

- la presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo del tramo de prueba
- pueda aplicarse una presión al menos igual a la MDP en el punto más alto de prueba
- pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad la cantidad de agua necesaria para la prueba
- la diferencia de presión entre el punto más alto y el punto más bajo no exceda del 10% de la presión de prueba STP
- en la medida de lo posible, sus extremos coincidan con válvulas de corte de la tubería.

Con todo ello la longitud máxima de cada tramo no deberá ser superior a 1.000 m. En caso que el Contratista estime conveniente incrementar la longitud del tramo de prueba, se requerirá autorización por escrito de la Dirección de Obra tras la presentación a ésta de un informe justificativo de la decisión a adoptar.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo del tramo de tubería que se vaya a ensayar y estará provista de un manómetro de precisión no inferior a 0,02 N/mm². La medición del volumen de agua debe realizarse con una precisión no menor de 1 litro.

Durante la realización de la prueba de la tubería instalada se tomarán las medidas de seguridad necesarias para que, en caso de fallo de la tubería, no se produzcan daños a las personas y que los daños materiales sean mínimos. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado la peligrosidad de la prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se

esté ensayando, ni trabajar en tajos cercanos. En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la prueba consta de las dos etapas siguientes:

- etapa preliminar
- etapa principal

Etapla preliminar:

Se comenzará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire. Estos elementos se irán cerrando una vez que se vaya procediendo al llenado, comenzando por los que se encuentren más abajo y sucesivamente de abajo a arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión de aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería una vez llena se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.

A continuación se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre STP y MDP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante un tiempo de dos horas. Durante este periodo de tiempo no debe de haber pérdidas apreciables de agua ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería de procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

Etapla principal o de puesta en carga:

Una vez superada la etapa preliminar, la presión hidráulica interior se aumenta de nuevo de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de STP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto. Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo. Se espera una hora y se mide mediante manómetro el descenso de presión. Este descenso de presión será menor de 0,02 N/mm².

A continuación se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua. El volumen de agua así suministrado será inferior al expresado en la fórmula siguiente:

$$\Delta V_{\text{máx}} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \left[\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E} \right]$$

donde:

$\Delta V_{\text{máx}}$ = pérdida admisible, en litros

V = volumen del tramo de tubería en prueba, en litros

$\Delta p = 0,02 \text{ N/mm}^2$ (caída admisible de presión durante la prueba)

$E_w = 2,1 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ (módulo de compresibilidad del agua)

$E = 2,10 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ (módulo de elasticidad del acero)

ID = diámetro interior del tubo en mm

e = espesor nominal del tubo en mm.

Cuando durante la realización de esta etapa principal el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se deben corregir los defectos observados para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

Otros ensayos complementarios de purga de aire, en caso de valores no admisibles de descenso de presión o de volumen suministrado, se encuentran recogidos en la norma UNE EN 805:2000.

4.35.4. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por metros lineales (ml) realmente ejecutados medidos sobre planos, a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En el precio se incluyen todas las fases que se describen tanto en el cuadro de precios, como en los artículos de este Pliego. Los excesos sobre planos no serán de abono a excepción que cuenten con la autorización expresa del Ingeniero Director de la Obra.

Esta unidad de obra incluye los siguientes conceptos:

- La tubería y su puesta en obra, incluyendo juntas y pequeño material.
- Las juntas y los materiales que las componen.
- Las pruebas.
- Los anclajes de la tubería.
- Las piezas especiales.
- Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

Artículo 4.36. TUBERÍA DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

Las tuberías de PRFV suministradas cumplirán lo especificado en la norma UNE-EN 1796 vigente y en la Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del CEDEX del 2017, considerándose este último como un documento contractual.

El sistema de canalización deberá poder utilizarse para el suministro de agua potable o uso alimentario de acuerdo a la Norma UNE-EN 1796 vigente y con las consideraciones de aplicación que establece el Real Decreto 866/2008 y Real Decreto 140/2003. Los productos destinados al uso en sistemas de suministro de agua deben cumplir, en caso de existencia, la legislación y disposiciones de ensayos nacionales que garanticen aptitud para el contacto con el agua potable. Por tanto, en los compuestos de tubos y accesorios de PRFV se cumplirán los requisitos nacionales para garantizar la

potabilidad. Los diámetros nominales (DN) y espesores serán los reflejados en las tablas correspondientes a las SERIE A, B1 y B2 según norma UNE-EN 1796 vigente.

En lo que respecta al presente pliego de prescripciones, serán de aplicación las siguientes definiciones y símbolos, así como los referidos en la citada norma UNE-EN 1796 vigente.

- Longitud efectiva: Longitud de conducción totalmente instalada incluyendo p/p juntas
- Diámetro nominal (DN): En los tubos de PRFV la designación genérica DN se refiere a un número convenientemente redondeado, utilizado como referencia y está relacionado con el diámetro interior, y se expresa en mm. La norma fija el diámetro interior o exterior según la tabla considerada, SERIE A (fija el diámetro interior) o SERIE B (fija el diámetro exterior).
- Presión de diseño (DP): Presión máxima de funcionamiento (en régimen permanente) de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones, pero excluyendo el golpe de ariete.
- Presión nominal (PN): Designación alfanumérica para clasificar la presión, con un valor numérico igual a la resistencia de los componentes del sistema de canalización a la presión interna, y se expresa en bar. Se corresponde con la presión de funcionamiento admisible (PFA), en bar, en utilización continuada durante al menos 50 años (largo plazo) a la temperatura de servicio de 35°C.
- Presión de funcionamiento admisible (PFA): Presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar de forma permanente en servicio. La presión de funcionamiento admisible deberá ser mayor o igual que la presión de diseño. $PFA \geq DP$
- Rigidez circunferencial específica (S): Característica física de un tubo expresada en N/mm². Es una medida de la resistencia a la deflexión circunferencial por metro de longitud bajo carga externa y está definida por la ecuación:

$$S = \frac{E \cdot I}{D_m^3}$$

E es el módulo de elasticidad aparente, calculado a partir del resultado del ensayo de rigidez circunferencial, es decir, de la norma ISO 7685 (N/m²).

D_m es el diámetro medio del tubo, en metros (m).

I es el momento de inercia cuadrático del área en la dirección longitudinal por metro de longitud, en metros a la cuarta potencia por metro (m⁴/m):

$$S = \frac{E \cdot I}{D_m^3}$$

e es el espesor de pared (m).

- Rigidez nominal (SN): Designación alfanumérica para clasificar la rigidez de un tubo, que tiene el mismo valor numérico que el valor mínimo requerido de la rigidez circunferencial específica inicial (S_0), cuando se expresa en Newtons por metro cuadrado (N/m²).
- Factor de fluencia en húmedo (α_x , fluencia, húmedo): Relación entre la rigidez circunferencial específica a largo plazo, $S_{x \text{ húmedo}}$, a X años, determinada con una carga constante, en condiciones de humedad, cuando se realiza el ensayo conforme a la Norma ISO 10468, y la rigidez circunferencial específica inicial, S_0 . Viene dado por el cociente entre $S_{x \text{ húmedo}}$ y S_0 .
- Deflexión circunferencial relativa (y/D_m): Relación de la carga en diámetro de un tubo, y , en metros, y su diámetro medio, D_m .

El fabricante garantizará que el material, en el momento de su suministro, se encuentra en perfecto estado y con las condiciones idóneas para su funcionamiento, cumpliendo en ese momento lo especificado en la norma UNE-EN 1796 vigente y el presente pliego.

En todo momento durante el acopio, tanto en fábrica como en obra se cumplirán las recomendaciones reflejadas en el punto 7.1 de La Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del CEDEX del 2017.

4.36.1. MATERIALES

Las tuberías de PRFV realizadas con métodos mecánicos se fabrican mediante cuatro sistemas: Enrollamiento Helicoidal, Enrollamiento en Continuo, Centrifugación y Hand lay up.

El fabricante declarará por escrito los porcentajes en peso (especificando el valor de tolerancia admisible) de los materiales empleados en la fabricación del material de PRFV entregado para cada PN y SN. Los datos facilitados vendrán refrendados por los correspondientes ensayos normativos y de diseño.

A) FIBRA DE VIDRIO

El proceso de fabricación de refuerzos de fibra de vidrio empieza con las materias primas, que son básicamente de naturaleza mineral. Estos minerales se mezclan en base a la fórmula del vidrio. Los tres componentes principales utilizados para hacer el vidrio son el dióxido de silicio (SiO₂), óxido de calcio (CaO) y óxido de aluminio (Al₂O₃). La resistencia mecánica de la tubería de fibra de vidrio depende de la cantidad, tipo y disposición de refuerzo de fibra de vidrio.

- La resistencia se incrementa proporcionalmente con la cantidad de refuerzo de fibra de vidrio. La cantidad de las fibras de vidrio (y la dirección en la que las hebras se colocan) determina la resistencia de la pared estructural de la tubería en los dos sentidos (circunferencial y longitudinal).
- Las fibras de vidrio deberán llevar un tratamiento de superficie especial, o ensimaje, para garantizar una adecuada adherencia con la resina de poliéster. El ensimaje debe de ser de naturaleza silánica, nunca con base de cromo.
- La fibra de vidrio podrá emplearse en distintos formatos, en concreto los siguientes: - Hilo continuo. - Hilo cortado. - Mantas de hilo tejido o cosido. - Mantas de hilo cortado. - Velos de superficie. – Cuando la fibra se presente en formato de velos de superficie, la fibra deberá ser del tipo C o ECR no siendo admisibles las fibras de base celulósica o sintéticas.
- En cualquier caso, las fibras empleadas deberán ser homologadas con un ensayo a largo plazo reducido (RLTT) de presión a 2.000 horas, según la norma UNE-CENT/TS 14632 EX.

- Las características técnicas de la fibra de vidrio deberán ser conformes a lo especificado en la siguiente tabla:

TIPO FIBRA	ENSIMAJE (% en peso) (ISO 1887)	% HUMEDAD (ISO 3344)	GRAMAJE ISO 1889 (tex) ISO 3374 (gr/m ²)
Hilo continuo o cortado	0.3 - 1.1	≤ 0.2	Nominal ± 9%
Mantas de hilo tejido o cosido	2,5 - 4,5	≤ 0.3	Nominal ± 9%
Mantas de hilo cortado	0.8 - 1.7	≤ 0.4	Nominal ± 9%

B) RESINAS

- Las resinas que se empleen en la fabricación de los tubos de PRFV deberán ser homologadas con un ensayo a largo plazo reducido (RLTT) de presión a 2.000 horas, según la norma UNE-CENT/TS 14632 EX.
- Adicionalmente las resinas utilizadas para el liner deberán ser homologadas con un ensayo a largo plazo reducido (RLTT) de resistencia a la corrosión a 2.000 horas, según la norma UNE-CENT/TS 14632 EX.
- Absorción de agua a largo plazo: No se emplearán resinas que presenten una absorción de agua a largo plazo, es decir en saturación, superior al indicado en el apartado A.3 de la Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del CEDEX del 2017.
- Alargamiento en rotura: – Las resinas a emplear deberán presentar un alargamiento en rotura superior al 3%. Para su determinación se deberá emplear la metodología indicada en la UN-EN ISO 527-2.
- Temperatura de Deflexión Bajo Carga: – Todas las resinas empleadas en la fabricación de las tuberías de PRFV, a excepción de las correspondientes al liner de los tubos fabricados por centrifugación, deben presentar una temperatura de deflexión bajo carga (HDT) de al menos 70°C, obtenido conforme el método A de la norma UNE-EN ISO 75-2.
- Las resinas del liner de los tubos fabricados por centrifugación deben presentar una temperatura de transición vítrea (T_g) de al menos 35°C, determinada según ISO 11357-2.

C) CARGAS INERTES

- La carga inerte más utilizada es la arena de sílice. La utilización de otras cargas inertes, sólo será posible en la capa estructural del tubo, no permitiéndose su uso en la capa protectora externa ni en el liner interior. Además la utilización del total de cargas inertes distintas a la arena de sílice, no será en ningún caso superior al 25% en peso, y su uso estará supeditado a su aceptación expresa por parte de la Dirección de Obra.
- El fabricante especificará los porcentajes de cada material y el tamaño de las partículas de las cargas inertes. En el caso de la arena, el tamaño de partícula máximo no debe ser superior a 1 mm, y respecto al mínimo, el porcentaje de finos que pasan por el tamiz 0,063 mm no debe ser superior al 0,1%.
- No se empleará en ningún caso carbonato cálcico en la fabricación de tubos y accesorios de PRFV.

D) ELASTÓMEROS:

Los materiales elastoméricos de las juntas de estanquidad deben ser de calidad EPDM y conforme con los requisitos de la Norma UNE-EN 681-1/A1/A2/A3. El adjudicatario aportará Declaración CE de prestaciones de las juntas elastoméricas ofertadas. Las juntas cumplirán las especificaciones que se indican a continuación:

Ensayo	Apartado en UNE-EN 681-1	Método	Unidad	Especificación
Dureza	4.2.3	ISO 7619-1 (UNE-ISO 48)	Shore A	(*)
Resistencia a la tracción	4.2.4	ISO 37	MPa	9 mín.
Alargamiento a rotura	4.2.4	ISO 37	%	(*)
Deformación permanente por compresión 23 °C durante 72 horas	4.2.5.2	ISO 815-1	%	(*)
Deformación permanente por compresión 70 °C durante 24 horas	4.2.5.2	ISO 815-1	%	20 máx.
Deformación permanente por compresión -10 °C durante 72 horas	4.2.5.3	ISO 815-2	%	(*)
Envejecimiento. Cambio de la dureza 70 °C durante 7 días	4.2.6	ISO 188/ISO 7619-1	%	-5/+8 máx.

Ensayo	Apartado en UNE-EN 681-1	Método	Unidad	Especificación
Envejecimiento. Cambio de la resistencia a la tracción 70 °C durante 7 días	4.2.6	ISO 188/ISO 37	%	-20 máx.
Envejecimiento. Cambio del alargamiento a rotura 70 °C durante 7 días	4.2.6	ISO 188/ISO 37	%	(*)
Relajación de esfuerzos 23 °C durante 7 días	4.2.7	ISO 3384-1	%	(*)
Relajación de esfuerzos 23 °C durante 100 días	4.2.7	ISO 3384-1	%	(*)
Relajación de esfuerzos por década logarítmica.	4.2.7	ISO 3384-1	%	(*)
Cambio de volumen en agua durante 7 días a 70 °C	4.2.8	ISO 1817	%	+8/-1 máx.
Resistencia al ozono	4.2.9	ISO 1431-1	-	Libre de fisuras

(*) Según clase de dureza escogido por cada fabricante

E) LUBRICANTE

El lubricante que se emplee en las operaciones de unión de los tubos con junta elástica no deberá ser agresivo, ni para el material del tubo, ni para el anillo elastomérico. Las juntas con el lubricante cumplirán los ensayos de envejecimiento indicados en la norma UNE-EN 681-1 en vigor.

F) FORROS TERMOPLÁSTICOS

El forro termoplástico puede requerir de un material de encolado compatible con el resto de materiales empleados en la construcción del tubo.

G) METALES

Cuando se utilicen metales expuestos, estos no deben presentar evidencias de corrosión después de haberse sumergido durante 7 días a $23 \pm 2^\circ\text{C}$ en una disolución de cloruro sódico de 30g/l.

H) FABRICACIÓN DE LOS TUBOS, PIEZAS ESPECIALES Y MANGUITOS PRFV

Los tubos de PRFV poseerán en su estructura interna una red de sujeción formada por un tejido reticulado de fibra de vidrio para favorecer la compactación de la arena y la salida de las burbujas de aire que pudieran existir.

Para favorecer el proceso de curado de la resina, los tubos durante su fabricación se calentarán tanto interior como exteriormente con lámparas incandescentes.

En la fabricación de los tubos el curado de la resina deberá realizarse mediante la aportación de calor interior y exterior no aceptándose como único medio de curado la aportación de calor derivada de la reacción exotérmica del proceso de polimerización de la propia resina.

El nivel de curado de la resina deberá ser tal que la cantidad de estireno residual en el laminado no será superior al 0,02% en peso según ensayo definido en la norma ISO 4901:1985.

Como control rutinario de fabricación se realizará el ensayo de dureza Barcol según la norma ASTM D2583 o la UNE 53270. El valor mínimo de dureza no será inferior a 38.

Diseño de los tubos de PRFV

Los tubos de PRFV cumplirán la norma UNE-EN 1796 y se clasificarán según el diámetro nominal (DN), serie, rigidez nominal, presión nominal y el tipo de unión.

Conjuntamente con el DN se tiene que definir la SERIE de fabricación; sólo se aceptarán los tubos fabricados con SERIE B1 y B2.

El tipo de unión de los tubos será del tipo manguito. Los manguitos cumplirán las mismas especificaciones que los tubos de PRFV a excepción de lo siguiente:

- El diámetro exterior de los manguitos no cumplirá las especificaciones del diámetro exterior de los tubos de PRFV (Para la tubería DN600 el diámetro exterior del manguito será de 658,4 mm y para la tubería DN250 será 298,9 mm). El diámetro interior de los manguitos cumplirá las especificaciones del diámetro exterior de los tubos de PRFV.
- Los Manguitos tendrán al menos una longitud de (En DN600 330 mm y en DN250 176 mm)

Los tubos de ajuste cumplirán todo lo especificado en el presente pliego para las tuberías de PRFV. Cumplirán que a lo largo de toda su longitud el diámetro exterior será conforme a las SERIE B1 y B2, según lo que proceda, de la tabla 5 y 6 de la Norma UNE-EN 1796:2014.

I) CARACTERÍSTICAS GENERALES

Aspecto: Tanto la superficie interior como la exterior de todos los tubos y piezas especiales estarán libres de irregularidades que puedan afectar negativamente a la capacidad de los tubos y piezas especiales para cumplir los requisitos del presente pliego y de la norma UNE-EN 1796 vigente. Es decir, los tubos, en toda su longitud, no presentarán interior ni exteriormente ninguna de las siguientes irregularidades:

- Zonas resacas, resina insuficiente, resina no distribuida homogéneamente - Golpes
- Deslaminados ni laminados
- Coqueras
- Burbujas, ni cúmulos de arena, fibra y/o resina de más de 2 cm de diámetro ni de más de 1 cm de altura.
- Fresados muy rebajados en los extremos
- Claridades (zonas sin arena)
- Zonas interiores levantadas o dañadas
- Laminados exteriores para aumentar el diámetro exterior de los tubos y/o las piezas especiales
- Injertos y laminados, tanto interiores como exteriores mal realizados o con elementos distintos de los especificados en la norma UNE-EN 1796 vigente - Soldaduras de ningún tipo en tubos.
- Revestidos, pinturas y/o resinas que no sean transparentes, tanto en la superficie exterior de la tubería y piezas especiales como en la superficie interior y en los cantos de las mismas.
- Superposición de laminados
- Restos de la protección plástica interior
- Los extremos de los tubos y de las piezas especiales deben ser perpendiculares a su eje longitudinal.
- No se admitirán tubos reparados, exterior o interiormente.

J) MARCADO

Todos los tubos y piezas especiales estarán marcados de forma inequívoca directamente sobre ellos, de tal forma que el marcado no inicie fisuras u otro tipo de fallo. Si el marcado es impreso, el color del mismo diferirá del color básico del producto, de tal forma que el marcado sea legible a simple vista. El marcado debe ser legible durante toda la vida útil de la tubería instalada, por ello se recomienda su protección.

Como mínimo, en todos los tubos y piezas especiales exteriormente deberá aparecer el siguiente marcado:

- La norma UNE-EN 1796 vigente
- El diámetro nominal (DN) y la serie de diámetro (A, B1 o B2)
- La clase de rigidez (SN)
- La clase de presión (PN)
- La letra "P" para indicar si el tubo se puede utilizar en la canalización de agua potable
- El nombre o marca del fabricante

- Número de serie del tubo
- La fecha y código de fabricación
- Si procede:
 - o Marca "R" para indicar si el tubo es adecuado para utilizarse con axiales
 - o Marca "RA" para indicar si el tubo es adecuado para utilizarse con cargas axiales y se ha sometido a ensayo conforme el Anexo A de la norma UNE-EN 176
- Marca "H" para indicar la aptitud para el uso aéreo
- Marca de calidad normalizada
- Además en todos los tubos y piezas especiales deberá aparecer interiormente el mismo marcado que en el exterior

K) CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Todas las características geométricas deben determinarse de acuerdo con el apartado 5.1 de la Norma UNE-EN 1796 vigente.

- Diámetro: Las series de diámetros: los tubos de PRFV deben designarse por el diámetro nominal de acuerdo con las tablas de la UNE-EN 1796 vigente correspondientes a SERIE B
- Espesor de la pared: Los espesores mínimos de las distintas capas serán:

CAPA	ESPESOR TUBERÍA DN250 (mm)	ESPESOR TUBERÍA DN600 (mm)	RESINA
INTERNA (Liner)	1,3	1,3	Polyester
ESTRUCTURAL (Mecanica)	2,9	8,2	Polyester
EXTERNA	0,3	0,3	Polyester
TOTAL	4,5	9,8	Polyester

- Longitud de los tubos: La longitud nominal de los tubos será de 12 m.

L) CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Se cumplirá en todo momento lo determinado por la norma UNE-EN 1796 vigente y en la Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del CEDEX del 2017.

- Resistencia en tracción longitudinal (según normas EN/ISO)
 - o DN250: 105 N/mm
 - o DN600: 165 N/mm
- Resistencia en tracción Circunferencial (según normas AWWA)
 - o DN250: 300 N/mm
 - o DN600: 720 N/mm
- Modulo elástico Circunferencial
 - o DN250: 17409 MPa
 - o DN600: 10674 MPa
- Dureza Barcol: El ensayo de dureza con el durómetro Barcol, de acuerdo con la norma UNE 53270, en cualquier punto de la superficie interior de los tubos y de las piezas especiales, será en todos los casos no menor de 38. La dureza Barcol no deberá bajar de 35 durante toda su

vida útil y se verificará conforme lo indicado en el apartado A.1. de la Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de PRFV del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del CEDEX del 2017

M) UNIONES

Las uniones de las tuberías y accesorios de PRFV serán flexibles del tipo manguito con stoppers no resistente a esfuerzos axiales y rígidos con bridas

4.36.2. EJECUCIÓN

El diseño e instalación del sistema de tubería de PRFV estará de acuerdo con los requisitos de este Pliego. En caso que el mismo no contenga algún requisito, se emplearán los correspondientes de la Norma AWWA C950-88.

La tubería, accesorios y uniones se diseñarán para resistir las cargas actuantes en el sistema de tubería de acuerdo con los Planos de Proyecto referenciados y de acuerdo con el criterio de diseño descrito en este apartado.

El diseño debe tener en consideración tanto la carga combinada longitudinal como la carga combinada circunferencial que actuarán sobre el sistema de tubería instalado.

Todos los cálculos de diseño realizados por el Fabricante deberán someterse al Jefe de Proyecto para su evaluación y aprobación.

Los tubos serán rectos y tendrán su sección transversal circular y los extremos estarán cortados perpendicularmente al eje longitudinal.

La superficie interna del tubo será lisa y estará libre de fisuras, además debe estar constituida con resina resistente químicamente a los productos que haya de transportar y en cantidad suficiente para que no aflore la fibra a la superficie interior y se asegure el aislamiento de los elementos estructurales. Las testas estarán igualmente recubiertas de resina.

La superficie exterior del tubo será regular y sin afloración de fibras.

A) TRANSPORTE, MANIPULACIÓN Y PUESTA EN OBRA DE LAS TUBERÍAS

Sistema de montaje

De acuerdo con el tipo de tubería y las condiciones generales de la obra, el contratista deberá primero, con carácter preliminar en su oferta, y después de una forma más detallada, en la Ingeniería de montaje, determinar el proceso más conveniente, así como los medios y las instalaciones necesarias.

En particular se debe indicar:

- Las zonas de acopio de la tubería, en conformidad con la amplitud de los suministros y los ritmos previstos de recepción de material y montaje. A fin de evitar irregularidades durante el suministro, debe preverse en obra, un acopio de tubos para un tiempo prudente de montaje, debido a esto el SCM, debe ser informado del plan previsto de fabricación, así como del programa y fechas de entrega de los tubos en obra.

- El Contratista debe definir los frentes de montaje, y las zonas locales de acopios de los tubos en los mismos.
- Los medios de carga y descarga en los acopios.
- Los medios de transporte de los tubos en el interior de la obra y entre las zonas de acopios.
- Los medios especiales de transporte y montaje de la tubería, tales como carros de transporte de los tubos, plataformas de montaje, etc.
- Las instalaciones necesarias para los distintos procesos especiales que sea necesario realizar, tales como soldaduras, repaso de las zonas deterioradas de la pintura, pruebas de presión y estanquidad, etc.
- Los suministros a lo largo de la traza de la tubería, energía eléctrica, aire, agua, etc.
- La programación general de todos los trabajos comprendiendo por tanto la preparación de las instalaciones necesarias para el montaje, las secuencias de montaje y su coordinación con los trabajos de la obra civil requeridos durante la fase de montaje.
- La organización prevista para la dirección y ejecución de la obra y en particular los equipos de personal.
- La organización prevista para el Control de Calidad del montaje.
- Las pruebas y ensayos a realizar durante la obra y la forma en que se van a realizar éstos.

Transporte y manipulación

En las operaciones de carga, transporte y descarga de los tubos se evitarán los choques, siempre perjudiciales; se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer; se evitará rodarlos sobre piedras, y en general, se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes de importancia. Cuando se trata de tubos de cierta fragilidad en transportes largos, sus cabezas deberán protegerse adecuadamente.

Al proceder a la descarga conviene hacerlo de tal manera que los tubos no se golpeen entre sí o contra el suelo. Los tubos se descargarán, a ser posible, cerca del lugar donde deben ser colocados en la zanja, y de forma que puedan trasladarse con facilidad al lugar de empleo. Se evitarán que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

Tanto en el transporte como en el apilado se tendrá presente el número de capas de ellos que puedan apilarse de forma que las cargas de aplastamiento no superen el cincuenta por ciento (50%) de las de prueba.

En el caso de que la zanja no estuviera abierta todavía se colocará la tubería, siempre que sea posible, en el lado opuesto a aquel en que se piensen depositar los productos de la excavación, y de tal forma que quede protegida del tránsito de los explosivos, etc..

Los tubos acopiados en el borde de las zanjas y dispuestos ya para el montaje deben ser examinados por un representante de la Administración, debiendo rechazarse aquellos que presenten algún defecto perjudicial.

B) ZANJAS PARA ALOJAMIENTO DE LAS TUBERÍAS

Las tuberías de PRFV se instalarán enterradas o aéreas, según se especifica en planos.

C) MONTAJE DE TUBOS Y RELLENO DE ZANJAS.

Las tuberías descansarán sobre cama de arena.

Las tuberías, sus accesorios y material de juntas y cuando sea aplicable los revestimientos de protección interior o exterior, se inspeccionarán antes del descenso a la zanja para su instalación.

Los defectos, si existieran, deberán ser corregidos o rechazados los correspondientes elementos.

El descenso de la tubería se realizará con equipos de elevación adecuados tales como cables, eslingas, balancines y elementos de suspensión que no puedan dañar a la conducción ni sus revestimientos.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua, agotando con bomba o dejando desagües en la excavación. Para proceder al relleno de las zanjas se precisará autorización expresa de la Administración.

Una vez instalada la tubería y observada la precaución de que descansa ésta en toda su longitud sin dejar espacios faltos de apoyo que pudieran provocar su flexión, e instaladas también todas las piezas especiales, se procederá a rellenar las zanjas según detalles en planos y según las especificaciones del artículo de este Pliego.

D) PUESTA EN SERVICIO, DESINFECCIÓN Y LAVADO

Una vez terminada satisfactoriamente la prueba de la tubería instalada, se procederá a la puesta a punto final de la tubería que haya obtenido la calificación de "apta para el servicio" mediante la realización de las operaciones previas mínimas, que a continuación se indican:

- La terminación del relleno de las zanjas y la regularización de la superficie del terreno.
- La regulación de todos los mecanismos con las especificaciones de los suministradores y con las Instrucciones de la Dirección de Obra.
- La retirada de todos los elementos auxiliares utilizados en el llenado y prueba de la tubería.
- La recopilación de los documentos necesarios para conocer como ha quedado instalada la tubería y los resultados de las pruebas realizadas.
- El lavado de la tubería, para lo cual tendrá las llaves y desagües necesarios.
- La completa esterilización de la tubería.

Antes de ser puesta en servicio, la conducción deberá ser sometida a un lavado y a un tratamiento de depuración bacteriológica adecuados. Una vez terminada la instalación, se procederá al llenado total de agua en la tubería.

Acabado éste, se abrirá hasta vaciar del todo la tubería, pudiendo repetirse la operación el número de veces que señale la Dirección de Obra.

Para la desinfección en el punto de alimentación de la tubería, utilizando alguna entrada, (ventosa, desagüe, etc), se introducirán pastillas de hipoclorito H.T.H, a razón de uno con catorce (1,14) gramos por cada m³ de agua, lo que supone un gramo de cloro por metro cúbico de agua.

Se llenará de nuevo la tubería con agua y se mantendrá la desinfección un mínimo de veinticuatro (24) horas. Si durante este período no existe cloro residual en alguno de los puntos bajos que se usaron como toma muestras, se vaciará la tubería y se repetirá nuevamente la operación. Conseguida

La existencia de cloro residual en toda la tubería, se efectuará un nuevo desagüe total y se pasará a su llenado y puesta en servicio.

Terminadas las operaciones anteriores, se realizará la inspección final de la tubería que consistirá en la comprobación de la correcta terminación de las diversas partes de la obra y de su puesta a punto final, así como de que existe suficiente información de la forma en que ha quedado instalada.

Examinados estos extremos, se comprobará también la ausencia de circunstancias que pudiera impedir que se considere la tubería como "obra completa apta para el servicio".

Terminada la inspección final con resultado satisfactorio, quedará autorizada la entrada en servicio de la tubería.

El Contratista deberá proporcionar a la ADMINISTRACIÓN una planta y perfil longitudinal definitivos de la traza realmente construida (as built), referidos a hitos o partes inamovibles del terreno. Contendrá referencia de las obras o conductos cruzados (cables, tuberías, etc) en particular los hallados durante los trabajos y no conocidos previamente, indicación de accesos profundidad real de la tubería y timbraje de los tubos utilizados en cada tramo, ángulo real de los codos montados y situación exacta de los ejes de piezas especiales.

También suministrará relación pormenorizada de equipos instalados, con indicación del modelo montado, nombre y señas de fabricante, plano de despiece con designación de los repuestos etc, instrucciones de regulación y mantenimiento de los equipos suministrados por los fabricantes y muy especialmente la relación de "falsas maniobras a evitar".

4.36.3. CONTROL DE CALIDAD

Se realizarán como mínimo las inspecciones siguientes con la frecuencia y criterios de aceptación señalados en la siguiente tabla:

PARÁMETRO	MÉTODO O NORMA	TIPO DE CONTROL	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	TIPO DE REGISTRO
Aspecto y color	UNE-EN 1796 vigente	Inspección visual en la recepción	Cada envío, todas las unidades	Ausencia de defectos e imperfecciones en superficie.	Albarán
Marcado de los tubos	UNE-EN 1796 vigente	Inspección visual	Cada envío, todas las unidades	Los tubos irán marcados con:	Albarán
				Fecha de fabricación	
				Diámetro nominal, DN	
				Serie	
				Presión nominal, PN	
				Rigidez, SN	
				Norma de conformidad del producto	
				Marca del fabricante	
				Si procede, una marca "R", para indicar si el tubo es adecuado para utilizarse con cargas axiales o "RA" si además se ha sometido a ensayo.	
				Si procede, una marca "H" para indicar la aptitud para el uso aéreo	
				Marca de calidad normalizada, si procede	

El fabricante tendrá que realizar como mínimo los siguientes ensayos de acuerdo a la frecuencia y criterios de aceptación que se indican en la siguiente tabla:

PARÁMETRO	MÉTODO O NORMA	TIPO DE CONTROL	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	TIPO DE REGISTRO
Características geométricas	UNE-EN 1796 vigente	Medición en fábrica	Un certificado por pedido	Cumplir lo especificado en el punto 5.1 de la UNE-EN 1796 vigente	Certificado de fabricante
Rigidez del tubo	UNE-EN 1796 vigente	Certificado del fabricante	Un certificado por pedido	Cumplir lo especificado en el punto 5.2 de la UNE-EN 1796 vigente	Certificado de fabricante
Resistencia inicial al fallo en flexión	UNE-EN 1796 vigente	Certificado del fabricante	Un certificado por pedido	Cumplir lo especificado en el punto 5.3 de la UNE-EN 1796 vigente	Certificado de fabricante
Presión de diseño inicial y de fallo para tubos de presión	UNE-EN 1796 vigente	Certificado del fabricante	Un certificado por pedido	Cumplir lo especificado en el punto 5.4 de la UNE-EN 1796 vigente	Certificado de fabricante
Resistencia específica inicial en tracción longitudinal	UNE-EN 1796 vigente	Certificado del fabricante	Un certificado por pedido	Cumplir lo especificado en el punto 5.5 de la UNE-EN 1796 vigente	Certificado de fabricante

A) RECEPCIÓN DE TUBOS Y PIEZAS ESPECIALES

Los tubos y piezas especiales deberán ser recepcionadas en el lugar destinado para el acopio por el subcontratista de montaje, quien deberá verificar que los documentos de control dimensional realizados en fábrica son conformes con las correspondientes piezas recibidas en obra.

Si existen deterioros en los revestimientos o protecciones, o piezas fuera de tolerancia, motivadas por transporte o manipulaciones inadecuadas, lo comunicará al Contratista para que proceda a su rechazo o eventual reparación en obra.

Una vez aceptados en obra por el subcontratista de montaje los tubos y piezas especiales, cualquier deterioro posterior que se produzca durante las operaciones de montaje y pruebas, será subsanado por el Contratista.

B) PRUEBAS DE LA TUBERÍA INSTALADA

Son preceptivas las dos pruebas siguientes de la tubería instalada en la zanja:

- Prueba de presión interior.
- Prueba de estanquidad.

El contratista proporcionará todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas, así como el personal necesario; la Administración podrá suministrar los manómetros o equipos medidores si lo estima conveniente o comprobar los suministrados por el contratista.

Prueba de presión interior

Antes del inicio de la prueba hidráulica en la conducción deberán haberse ejecutado los pertinentes anclajes al terreno en codos, válvulas y demás elementos, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas. En tuberías enterradas la zanja deberá estar parcialmente rellena, dejándose las uniones descubiertas. Asimismo, se verificará que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña.

El Contratista suministrará el agua y todos los elementos necesarios para la realización de la prueba, así como el personal necesario. Los manómetros y equipos de medida que se empleen serán aprobados previamente por la Dirección de Obra.

Se seguirán las especificaciones indicadas en la norma UNE-EN 805:2000, y recogidas en la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión (CEDEX 2003), que se exponen seguidamente.

La presión de prueba (denominada abreviadamente STP) se determina con la siguiente formulación:

$$STP = MDP + 0,1$$

Donde MDP es la presión máxima de diseño (todos los valores en N/mm²).

Esta formulación supone que los efectos de golpe de ariete, transitorios y oscilaciones se han calculado con detalle y ya están englobados en el concepto de máxima presión de diseño MDP.

A medida que avanza el montaje de la tubería ésta debe ser probada por tramos, que deberán tener, en la medida de lo posible, iguales características de diámetro y espesor. Las longitudes máximas de prueba se determinarán en particular con las siguientes observaciones:

- la presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo del tramo de prueba
- pueda aplicarse una presión al menos igual a la MDP en el punto más alto de prueba
- pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad la cantidad de agua necesaria para la prueba
- la diferencia de presión entre el punto más alto y el punto más bajo no exceda del 10% de la presión de prueba STP
- en la medida de lo posible, sus extremos coincidan con válvulas de corte de la tubería.

Con todo ello la longitud máxima de cada tramo no deberá ser superior a 1.000 m. En caso que el Contratista estime conveniente incrementar la longitud del tramo de prueba, se requerirá autorización por escrito de la Dirección de Obra tras la presentación a ésta de un informe justificativo de la decisión a adoptar.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo del tramo de tubería que se vaya a ensayar y estará provista de un manómetro de precisión no inferior a 0,02 N/mm². La medición del volumen de agua debe realizarse con una precisión no menor de 1 litro.

Durante la realización de la prueba de la tubería instalada se tomarán las medidas de seguridad necesarias para que, en caso de fallo de la tubería, no se produzcan daños a las personas y que los daños materiales sean mínimos. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado la peligrosidad de la prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tajos cercanos. En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la prueba consta de las dos etapas siguientes:

- etapa preliminar
- etapa principal

Etapas preliminar:

Se comenzará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire. Estos elementos se irán cerrando una vez que se vaya procediendo al llenado, comenzando por los que se encuentren más abajo y sucesivamente de abajo arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión de aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería una vez llena se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.

A continuación se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre STP y MDP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante un tiempo de dos horas. Durante este periodo de tiempo no debe haber pérdidas apreciables de agua ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería de procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

Etapas principal o de puesta en carga:

Una vez superada la etapa preliminar, la presión hidráulica interior se aumenta de nuevo de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de STP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto. Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo. Se espera una hora y se mide mediante manómetro el descenso de presión. Este descenso de presión será menor de 0,02 N/mm².

A continuación se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua. El volumen de agua así suministrado será inferior al expresado en la fórmula siguiente:

$$\Delta V_{\text{máx}} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \left[\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E} \right]$$

Donde:

$\Delta V_{\text{máx}}$ = pérdida admisible, en litros

V = volumen del tramo de tubería en prueba, en litros

Δp = 0,02 N/mm² (caída admisible de presión durante la prueba)

E_w = 2,1 x 10³ N/mm² (módulo de compresibilidad del agua)

E = 2,10 x 10⁵ N/mm² (módulo de elasticidad del acero)

ID = diámetro interior del tubo en mm

e = espesor nominal del tubo en mm.

Cuando durante la realización de esta etapa principal el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se deben corregir los defectos observados para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

Otros ensayos complementarios de purga de aire, en caso de valores no admisibles de descenso de presión o de volumen suministrado, se encuentran recogidos en la norma UNE EN 805:2000.

Prueba de estanquidad

Después de haberse completado satisfactoriamente la prueba de presión interior, deberá realizarse la de estanquidad.

La presión de prueba de estanquidad será la máxima estática que exista en el tramo de la tubería objeto de la prueba.

La pérdida se define como la cantidad de agua que debe suministrarse al tramo de tubería en prueba mediante un bombín tarado, de forma que se mantenga la presión de prueba de estanquidad después de haber llenado la tubería de agua y haberse expulsado el aire.

La duración de la prueba de estanquidad será de dos horas, y la pérdida en este tiempo será inferior al valor dado por la fórmula:

$$V = K L D$$

En la cual:

V = pérdida total en la prueba en litros.

L = longitud del tramo objeto de la prueba, en metros.

D = Diámetro interior, en metros.

K = coeficiente dependiente del material (K = 0,350)

De todas formas, cualesquiera que sean las pérdidas fijadas, si éstas son sobrepasadas, el contratista, a sus expensas, repasará todas las juntas y tubos defectuosos; asimismo viene obligado a reparar cualquier pérdida de agua apreciable, aún cuando el total sea inferior al admisible.

4.36.4. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por metros lineales (ml) realmente ejecutados medidos sobre planos, a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En el precio se incluyen todas las fases que se describen tanto en el cuadro de precios, como en los artículos de este Pliego. Los excesos sobre planos no serán de abono a excepción que cuenten con la autorización expresa del Ingeniero Director de la Obra.

Esta unidad de obra incluye los siguientes conceptos:

- La tubería y su puesta en obra, incluyendo juntas y pequeño material.
- Las juntas y los materiales que las componen.

- Las pruebas.
- Los anclajes de la tubería.
- Las piezas especiales.
- Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

Artículo 4.37. TUBERÍAS DE ACERO INOXIDABLE

4.37.1. MATERIALES

Las tuberías de acero a instalar serán de acero inoxidable AISI-316L y cumplirán todas las especificaciones de la norma UNE-EN 10312:2003/A1:2006.

Los tubos de la conducción se suministrará en tramos normalizados de 6 m y la unión de las mismas se ejecutará mediante soldadura oxiacetilénica.

Las características mecánicas de la conducción se ajustarán a lo establecido en la normativa vigente para este tipo de tuberías y lo establecido en el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Los diámetros a los que les será de aplicación lo indicado en este Pliego, serán todos los pertenecientes a las conducciones a instalar, y que figuran en el apartado Descripción de las Obras.

Normativa

Las tuberías se proyectan bajo las normas siguientes y que se cumplirán en todos los casos:

- Norma UNE 19 049-1:1997. Tubos de acero inoxidable para instalaciones interiores de agua fría y caliente.
- Norma UNE-EN 10312:2003/A1:2006. Tubos de acero inoxidable soldados para la conducción de líquidos acuosos incluyendo el agua destinada al consumo humano. Condiciones técnicas de suministro.
- UNE-EN 10217-7:2006. Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 7: Tubos de acero inoxidable.
- UNE-EN 10088-1. Aceros inoxidables. Parte 1: relación de aceros inoxidables

Revestimiento de las tuberías

Revestimiento interno establecido según la norma UNE 19.049-1:1997.

4.37.2. CONTROL DE CALIDAD

Aseguramiento de la calidad

El proceso de producción deberá estar sometido a un sistema de aseguramiento de calidad, conforme a la norma UNE EN ISO 9002, y estará certificado por un organismo exterior.

Dimensiones

Los espesores de tubos estarán regulados por la Norma ANSI B-36.

Para los codos se usarán elementos curvos, cuyas dimensiones se especifican en la norma ANSI B-16.9, salvo que el Director de Obra autorice expresamente el uso de piezas a gajos.

La preparación de los extremos de las tuberías (soldadura a tope) se hará según la norma ASME B-16.25.

4.37.3. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por metros lineales (ml) realmente ejecutados medidos sobre planos, y el abono se realizará mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En el precio se incluyen todas las fases que se describen tanto en el cuadro de precios, como en los artículos de este Pliego. Los excesos sobre planos no serán de abono a excepción que cuenten con la autorización expresa del Ingeniero Director de la Obra.

Artículo 4.38. TAPAS DE FUNDICIÓN PARA ARQUETAS

4.38.1. MATERIALES

Serán de fundición dúctil clase D-400 (fuerza de ensayo 400 kN) fabricadas según norma UNE-124:2015 con cierre de seguridad, junta de goma antirruído e inscripción correspondiente. El Contratista, antes de contratar el suministro, someterá a la aprobación del Ingeniero Director de la Obra las dimensiones y forma de anclaje de los marcos, que han de ser compatibles con las de las arquetas correspondientes.

Todas las tapas deberán llevar las siguientes marcas:

- Identificación del fabricante y lugar de producción
- Clase de resistencia
- Norma de referencia
- Marca de un organismo certificador independiente
- Logotipo de la MCT

4.38.2. EJECUCIÓN

El marco se embeberá en el hormigón fresco para conseguir una unión monolítica. No se permitirán instalaciones posteriores mediante tornillería.

4.38.3. CONTROL DE CALIDAD

La casa fabricante deberá presentar certificado de calidad homologado del producto suministrado, que garantice la conformidad con lo especificado en este Pliego, y el control de calidad realizado en fábrica de la partida enviada, siendo aprobado previamente por el Ingeniero Dirección de Obra.

4.38.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por unidad (ud) del cuadro de precios, realmente ejecutadas y terminadas según especificaciones de planos y del Ingeniero Director de las Obras y se abonarán mediante los

precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En los precios se considera incluido el suministro, puesta en obra, así como todos los medios, maquinaria y mano de obra necesarias para la correcta ejecución de estas unidades de obra. Se incluye también todos los materiales necesarios para colocarlas y ejecutarlas correctamente.

Artículo 4.39. SERVICIOS AFECTADOS. OTRAS TUBERÍAS

4.39.1. MATERIALES

En la reposición de los diversos servicios que la traza atraviesa aparecen diversas tuberías de distintos materiales que se detallan en el presupuesto de servicios afectados. Estas son por ejemplo, acometidas de agua potable en Polietileno, acometidas de saneamiento en PVC compacto sin presión, acometidas y tuberías de riego en PVC compacto presión, canalizaciones de protección de alumbrado y baja tensión, etc...

4.39.2. EJECUCIÓN

Antes de proceder a su rotura en la excavación, el Contratista está obligado a realizar unas labores de reconocimiento y localización de ellos, y que está expresamente presupuestado y valorado. Estas labores incluirán todas las gestiones previas a su localización en los diversos organismos afectados, las labores de su reconocimiento in situ, incluso la ejecución de catas para comprobar su trazado y cotas, así como las labores de investigación de la estructura del servicio para valorar los posibles cortes a realizar.

Además el Contratista deberá de planificar la ejecución de los cortes del suministro que estime necesario para la ejecución de las obras proyectadas y de la reposición del servicio. Esta planificación deberá de ser aprobada previamente por el Ingeniero Director de la Obra así como por los responsables públicos de cada servicio, incluyéndose en los precios los gastos que estas labores conlleven.

4.39.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En ellos se incluyen las tareas de localización, planificación y ejecución de cada servicio.

Artículo 4.40. TABLESTACADOS

4.40.1. MATERIALES

Dados los distintos tipos de tablestacas existentes, el constructor presentará una propuesta del tipo a utilizar para su aprobación por el Director de Obra, pero en cualquier caso se cumplirán las siguientes especificaciones como mínimo.

A) TIPO DE ACERO

Para su fabricación se utiliza acero de calidad St 44-2 o St SP S con forma grecada cuyo espesor de material, anchura y diseño simétrico están preparados para la moderna técnica de hincar.

Tipo Acero	Límite Elástico	Resistencia Mínima	Alargamiento Mínimo
St 44.2	265 N/mm ²	420-550 N/mm ²	22%
St Sp S	355 N/mm ²	480-630 N/mm ²	22%

B) CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

- Peso por m²: 83 Kg/m²
- Peso por m: 50 Kg/m
- Momento de Inercia para 1 m de ancho de pared: 9860000 mm⁴/m
- Modulo de resistencia para 1m de ancho e pared: 242000 mm³/m

C) RESISTENCIA DE LA TABLESTACA:

La resistencia de la tablestaca dependerá del tipo de acero empleado en su fabricación, la vemos para los dos tipos de acero descritos anteriormente.

Tipo de acero	Resistencia a la tracción	Momento flector admisible
St 44.2	2643709 N	58300000 N*mm
St Sp S	3210218 N	78100000 N*mm

4.40.2. EJECUCIÓN

Antes de proceder al clavado de la tablestaca se procederá a excavar la zona superficial en una anchura de 6 m de cada lado de la zanja de tal manera que la cabeza de ésta queda en la cota indicada en los planos del proyecto.

Las tablestacas que se hayan torcido por cualquier causa se enderezarán de forma que su flecha máxima, respecto a la definida por sus dos (2) extremos no sea más grande que un doscientavo (1/200) de su longitud.

El estado de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras deberá ser aceptable, y permitirá enfilear sin ninguna dificultad, produciendo una unión sólida y estanca.

Las tablestacas podrán clavarse de una en una o por parejas previamente enfileadas.

Se dispondrá de guías para el clavado de las tablestacas, consistentes en una doble fila de perfiles metálicos o piezas de madera de mayor sección, colocados sobre la superficie de clavado, de forma que el eje del agujero intermedio coincida con el de la pantalla de las tablestacas a construir.

Esta doble hilera estará sólidamente sujeta y apuntalada al terreno y la distancia entre sus caras interiores no excederá del canto de las tablestacas en más de dos centímetros (2 cm).

La colocación de las tablestacas se realizará con una máquina portadora de cadenas, con mástil autonivelante guiado, equipado con vibro-hincador de alta frecuencia y susceptible de equiparse con un equipo de perforación de alivio.

Las cabezas de las tablestacas clavadas por percusión deberán estar protegidas por medio de sombreros o sufrideras adecuados, para evitar las deformaciones por los golpes. En su parte inferior, las ranuras de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras se protegerán, en lo posible, de la introducción de terreno (que dificultaría el enfilado de las tablestacas que se clavarán a continuación) tapando el extremo de la ranura mencionada con un roblón, llave, tornillo o cualquier pieza análoga alojada, pero no ajustada, al mencionado extremo, de forma que permanezca en su sitio durante el clavado, pero que pueda ser fácilmente expulsada por otra tablestaca que se enfile en la ranura y llegue a mayor profundidad. No se tomará ninguna precaución especial para asegurar la estanqueidad de las juntas.

El clavado de las tablestacas se continuará hasta llegar a la penetración mínima (establecida para cada tramo en el proyecto de los sistemas de sustentación). Acabado el clavado, se cortarán, si fuese preciso, las tablestacas, de forma que sus cabezas queden alineadas según el perfil definido en los planos.

Las conexiones de tablestacas se efectuarán con trozos de longitud apropiada, que se unirán por soldadura, de forma que el ángulo de las dos partes soldadas no sea superior a tres grados sexagesimales (3°), en cualquier dirección.

Las tablestacas que se deformen, perjudicando la permeabilidad del tablestacado, se retirarán y sustituirán por otras. Si esto no fuese posible, se clavarán otras tablestacas delante de las deformadas. Estas operaciones mencionadas no se abonarán.

El Contratista suministrará todos los medios necesarios, para el clavado de las tablestacas. También estarán a cargo del Contratista las perforaciones de alivio necesarias para poder clavar las tablestacas en los terrenos más duros.

Antes de que sea clavada, cada tablestaca tendrá claramente marcada su altura a intervalos de 250mm en los 3m superiores.

Si en la línea de una tablestaca se encuentra un obstáculo que impida llegar a la cota prevista, el Contratista podrá pasar a clavar otros tramos de tablestacas contiguos con tal de posteriormente clavar la tablestaca que ofrecía resistencia.

Las tablestacas se retirarán después de completado el relleno de la zanja, si bien se han de tomar las medidas adecuadas para garantizar la eliminación de movimientos de la tubería y evitar la reducción del grado de compactación del relleno.

La retirada de las tablestacas se realizará a tresbolillo alternando elementos de uno y otro lado de la línea de tablestacas.

Asimismo, en las zonas en las cuales se prevean efectos perjudiciales ocasionados por las vibraciones a juicio del Director de Obra, se realizará la extracción de las tablestacas mediante el uso de sistemas hidráulicos, de elevación, grúas, etc.

La retirada de las tablestacas situadas en las inmediaciones de obras de fábrica serán extraídas simultáneamente con las situadas al lado de los tramos de tubería adyacentes a los mismos.

Si se dejan tablestacas perdidas en el terreno, se deberán cortar a la mayor profundidad posible y en ningún caso a menos de ciento veinticinco centímetros (125 cm) por debajo de la superficie de terreno acabada.

4.40.3. CONTROL DE CALIDAD

Si el Director de Obra lo exige, el Contratista llevará un registro de clavado para las diferentes tablestacas en la forma previamente acordada.

La tolerancia en la ejecución de las tablestacas será de 50mm en alineación y una inclinación máxima de 1/120.

4.40.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por cada unidad definida en el cuadro de precios, realmente ejecutadas y terminadas según especificaciones de planos y del Ingeniero Director de las Obras y se abonarán mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos..

En los precios se considera incluido el suministro, puesta en obra, materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para la correcta colocación y ejecución de estas unidades de obra.

Artículo 4.41. ENTIBACIONES

4.41.1. MATERIALES

Para las entibaciones se utilizarán paneles metálicos, en ningún caso de madera.

4.41.2. EJECUCIÓN

Las excavaciones se entibarán cuando el Ingeniero Director lo estime necesario, y siempre que exista peligro de derrumbamiento.

Las entibaciones no se levantarán sin orden expresa del Director de las Obras.

Por todas las entibaciones que el Director de Obra estime conveniente, el Contratista realizará los cálculos necesarios, basándose en las cargas máximas que puedan darse bajo las condiciones más desfavorables.

La entibación se elevará como mínimo cinco centímetros (5 cm) por encima de la línea del terreno o de la faja protectora.

La necesidad de entibar o gotear, deberá ser puesta en conocimiento del Ingeniero Director de las Obras o persona en quien delegue, quien además podrá ordenarlo cuando lo considere conveniente.

Deberán respetarse cuantos servicios y servidumbres se descubran, disponiendo los apeos necesarios. Cuando hayan de ejecutarse obras por tales conceptos, lo ordenará el Director de las Obras.

El montaje se realizará de la siguiente forma:

- Realización de la prezanja con el ancho necesario y una profundidad de de 1,2 m.
- Colocación de la primera guía y dos paneles opuestos en la en la corredera exterior de esta.
- Colocación de la segunda guía.
- Inicio de la excavación por el interior de la entibación mientras se hundan tanto las guías como los paneles hasta que la parte superior de los mismos coincidan con la rasante de la superficie de trabajo.
- Montaje de la otra pareja de paneles por las correderas interiores de las guías y reanudación de la excavación.
- Hundimiento de las guías y de los paneles interiores según avance de la excavación hasta la finalización de la misma.
- La extracción de los paneles y guías se realizarán, según se avanza con el relleno de la zanja, mediante eslingas adecuadas por tracción del brazo de la retroexcavadora.

4.41.3. CONTROL DE CALIDAD

Se realizará un examen visual de los materiales suministrados en obra para la realización de la entibación, rechazando materiales defectuosos o con cualquier tipo de tara que impida la correcta ejecución de la unidad de obra con el adecuado nivel de seguridad. Se realizará un registro documental de los certificados de calidad de los materiales suministrados en obra, así como del correcto montaje y arriostamiento de los paneles de entibación.

4.41.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por cada unidad definida en el cuadro de precios, realmente ejecutadas y terminadas según especificaciones de planos y del Ingeniero Director de las Obras y se abonarán mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos..

En los precios se considera incluido el suministro, puesta en obra, materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para la correcta colocación y ejecución de estas unidades de obra.

Artículo 4.42. EJECUCIÓN DE REPOSICIONES DE FIRMES

4.42.1. MATERIALES

Los materiales se han tratado en los artículos correspondientes a zahorras, riegos y mezclas bituminosas.

4.42.2. EJECUCIÓN

Antes de la ejecución de la zanja se cortará, con sierra de disco, el aglomerado, al objeto de no dañar en la excavación más de lo necesario. Las líneas de corte deberán ser marcadas previamente y serán inspeccionadas por el Ingeniero Director de la Obra. El material resultante de la excavación del firme antiguo será enviado a vertedero y se prohíbe su utilización en los rellenos.

En el caso de caminos asfaltados, este relleno alrededor de la tubería está previsto que sea con zahorra natural, en capas de 30 cm compactadas al 95% del Proctor modificado. En las zonas donde el trazado discurre por calles o caminos aglomerados, se rellenarán con zahorra natural, inicialmente y de forma rápida, hasta la rasante del camino, para facilitar el restablecimiento del tráfico. En campañas programadas y con la autorización del Ingeniero Director de la Obra, se procederá al aglomerado.

Una vez tapada totalmente la zanja, la reposición del firme se iniciará con un nuevo corte del aglomerado 10 cm exterior al corte inicial, de forma que se mantengan alineaciones de contacto lo más rectas posibles.

Se procederá a un cajeadado del espesor total de la reposición del firme (10 MBC+25 ZA), es decir de 35 cm y la retirada de dicho material. Se compactará de la superficie existente hasta comprobar en ella, una densidad superior al 95 % del Proctor normal.

A continuación se procederá a la ejecución de la capa de zahorra artificial siguiendo las especificaciones de ejecución que marca el PG-4, hasta obtener una compactación del 100% del Proctor modificado.

Una vez terminada la ejecución de la capa de zahorra se procederá a la reposición del aglomerado iniciándolo con un riego de imprimación. Posteriormente, y cuando el riego se haya curado, se extenderá una capa del aglomerado asfáltico en caliente proyectado, un riego de adherencia y la segunda capa, todo ello siguiendo las especificaciones de ejecución que marca el PG-4. Esta última fase se ejecutará de forma continuada evitando el tráfico con desvíos provisionales.

4.42.3. CONTROL DE CALIDAD

Los ensayos, frecuencias, definición de lotes, normas de ensayo necesarios para el control de calidad de esta unidad serán los indicados en el PG3 en su artículo correspondiente, y previamente a su implantación serán refrendados por el director de las obras.

4.42.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán según la medición real ejecutada, a los precios previstos en el cuadro de precios.

La medición se realizará en el segundo corte del aglomerado, que se sitúa a 10 cm del primero, con objeto de conseguir una junta definitiva lo más recta posible. Las sobrerposiciones que excedan de la distancia anterior no serán de abono a excepción que cuenten con la autorización expresa del Ingeniero Director de la Obra.

Artículo 4.43. PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE TUBERÍAS

El contratista asumirá su responsabilidad en cuanto a entregar la conducción limpia y desinfectada cuando así se exija en el proyecto.

4.43.1. MATERIALES

El desinfectante a emplear será hipoclorito sódico en concentración no superior a 200 g/l (concentración del 20% en volumen). La dosificación para la desinfección solo será de 10 mg/l.

Se calculará la cantidad de desinfectante necesaria para dotar al tramo a desinfectar de esta concentración, si bien se preparará una cantidad equivalente al doble de la necesaria.

La neutralización del agua hiperclorada se hará empleando tiosulfato sódico, hiposulfito sódico, o bisulfito sódico.

4.43.2. EJECUCIÓN

A) COMPROBACIÓN DE LA LIMPIEZA

Si por haber transcurrido mucho tiempo desde su instalación, por haberse producido alguna rotura, o por existir cualquier duda sobre la limpieza de la conducción, ésta se comprobará mediante el siguiente procedimiento.

Se comprobará la limpieza de la conducción procediendo a la apertura de los desagües progresivamente, empezando por el más cercano al origen y avanzando en sentido de circulación del agua.

La válvula de corte del origen del tramo se abrirá totalmente. Se abrirán, si es posible, un número de desagües suficiente de manera que la suma de las secciones de los mismos sea igual o ligeramente mayor que la sección de la tubería a limpiar, con el fin de que la velocidad en la tubería sea la máxima y pueda arrastrar el mayor número de sólidos.

A partir de ese momento, se irán cerrando por detrás tantos desagües como se vayan abriendo hacia el sentido de circulación del agua.

Se comprobará que el agua sale limpia y sin turbidez, olor o sabor. Una vez limpia la tubería, se podrá poner en marcha el procedimiento de desinfección.

Si durante la inspección, mediante cámaras de TV u otros mecanismos, se detectasen objetos extraños y de los que no exista absoluta seguridad que pueden ser evacuados haciendo pasar agua por la conducción, el contratista deberá proceder al desmontaje y limpieza de los tubos necesarios, volviendo a montarlos una vez limpios, corriendo todos los gastos a su costa.

B) DESINFECCIÓN

El procedimiento de desinfección solamente podrá llevarse a cabo una vez que se haya comprobado que la tubería está perfectamente limpia.

Se aislará el tramo a desinfectar mediante las válvulas de corte de principio y final.

El producto se inyectará a través de la válvula colocada sobre la pieza especial para ventosa que quede más cerca del punto de entrada del agua de la red, mediante una bomba dosificadora de hipoclorito.

Simultáneamente se abrirán parcialmente la válvula de corte del inicio y ligeramente el desagüe más alejado del punto de entrada de agua, estimando el caudal que puede salir, y el tiempo que va a tardar en renovarse el agua del tramo de tubería.

El caudal de inyección de hipoclorito se ajustará para que tarde aproximadamente el mismo tiempo en incorporarse al agua que va entrando en la tubería.

Una vez transcurrido el tiempo estimado para la operación, se medirá la concentración en el desagüe del final, hasta que se alcancen aproximadamente los 10 mg/l. Una vez alcanzado este valor, se cerrará el desagüe, la válvula de corte del principio y se parará la inyección de hipoclorito.

Al cabo de unas pocas horas se medirá el cloro al principio, a mitad y al final del tramo, y lo mismo se hará transcurridas 24 horas, comprobando que la concentración de cloro no haya descendido significativamente.

Si la concentración en alguno de los puntos hubiera descendido por debajo de 0,2 mg/l, se volverá a repetir la operación de inyección de cloro. En caso contrario, se repetirán las mediciones cada 24 horas.

C) NEUTRALIZACIÓN

Una vez que la concentración se mantenga estable en 24 horas, se dará por concluida la desinfección y, se procederá a neutralizar el agua hiperclorada.

Para ello se inyectará el agente neutralizador en el punto más cercano posible a la salida, al mismo tiempo que se abre la válvula de corte al inicio del tramo y el último desagüe. Se empleará un procedimiento similar para la desinfección, adecuando el caudal de inyección al caudal de salida del agua.

Una vez inyectada la cantidad adecuada de neutralizador y evacuada el agua neutralizada, se dejará la tubería llena de agua de la red, y se comprobará que la concentración de cloro libre a la salida del tramo es la misma que la de la red (entre 0,2 y 0,8 mg/l), midiendo al principio, a mitad y al final del tramo.

D) COMPROBACIÓN

Transcurridas 24 horas se volverá a medir en los mismos puntos la concentración de cloro. Si la concentración de cloro se mantiene estable, se dará por concluido el proceso.

En caso contrario, se volverá a repetir el llenado con agua de la red, desechando el agua empleada, hasta que la concentración se mantenga por estable transcurridas 24 horas.

E) TABLA DE DOSIFICACIÓN

Cantidad de lejía al 15% necesaria para alcanzar una concentración de 10 mg/l (10 ppm) por Km de tubería	
Diámetro	Litros
150	1,2
200	2,1
250	3,3
300	4,7
350	6,4
400	8,4
500	13,1
600	18,9
700	25,7
800	33,5
900	42,5
1000	52,3
1200	75,4

4.43.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonará por metros cuadrados aplicando los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En el precio se incluyen limpieza general, aporte e introducción de agua hiperclorada en la conducción para desinfección de la misma mediante operaciones de apertura y cierre de válvulas y desagües hasta obtener calidad según R.D. 140/2003, incluyendo cuadrilla de operarios para maniobras, adquisición y suministro de agua y dosificación de cloro, medios para operación y medida de cloro totalmente terminada.

Artículo 4.44. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE DEPÓSITOS**4.44.1. MATERIALES**

El desinfectante a emplear será hipoclorito sódico en concentración no superior a 200 g/l (concentración del 20% en volumen).

4.44.2. EJECUCIÓN

El procedimiento de actuación considerado las siguientes tres fases:

A) VACIADO DEL DEPÓSITO

Una vez cerrada la válvula de entrada al depósito, comienza el vaciado a través de la tubería de salida, es decir, suministrando a la red de abastecimiento correspondiente.

A medida que va bajando la lámina de agua se estará atento hasta que la cota de agua sobre la solera se pueda estar suministrando a la población sin correr el riesgo de enviar aguas turbias. Generalmente se corta el suministro cuando quedan 30 cm de agua sobre la solera (variable según sedimentos sobre la misma), en este punto se abre el desagüe de fondo y se vacía el depósito hasta una cota de entre 15 y 20 cm de agua sobre la solera.

B) LIMPIEZA MECÁNICA

Consta de las siguientes operaciones:

a) Con el desagüe abierto se comienza el cepillado de la solera mediante cepillo duro (Bru) a fin de ir removiendo los sedimentos que pudiera haber, haciéndolos salir por el desagüe.

b) Cuando la solera está con aproximadamente unos 5 cm de agua, comienzan a limpiarse las paredes, pilares y techos del depósito con la hidrolimpiadora, mediante chorro de agua a presión (el agua empleada en esta operación es agua potable, con un contenido de cloro libre comprendido entre 0,6 y 0,8 p.p.m.)

c) Una vez limpios los paramentos verticales y techos, se continua cepillando la solera y proyectando sobre ella agua a presión con el fin de llevar el agua sucia y sedimentos acumulados en la operación anterior hacia el desagüe de fondo, concluyendo esta operación cuando la solera está totalmente limpia.

C) DESINFECCIÓN

Consta de las siguientes operaciones:

a) Se cierra el desagüe de fondo y se proyecta mediante hidrolimpiadora, sobre techo, paredes, pilares y solera, agua hiperclorada con una relación aproximada de 45 gramos de cloro por 400 litros de agua, dando una proporción de 112,5 p.p.m. (se mezcla 1/4 de litro de hipoclorito sódico al 18% en dos bidones de agua de 200 litros de capacidad cada uno). Finalizada esta operación se deja que actúe la solución desinfectante proyectada durante dos horas.

b) Concluida la operación anterior se proyecta mediante hidrolimpiadora agua potable sobre el techo, paredes y pilares, al mismo tiempo que se abre la entrada de agua al depósito hasta que alcanza unos 10 centímetros sobre la solera, cerrando entonces la entrada.

c) Se abre el desagüe de fondo, comprobando que el agua de vertido a cauce público o a red de recogida de aguas no contiene más de 1 p.p.m. de cloro libre; hasta el total vaciado del agua empleada en la operación anterior. En el caso de comprobar que el agua de vertido tuviese una

concentración de cloro libre superior a 1 p.p.m. se neutralizará con agua potable y en caso necesario se utilizarían los productos químicos apropiados.

d) Se cierra el desagüe de fondo y comienza el llenado del depósito hasta alcanzar unos 50 cm sobre la solera, punto en el que se abre la válvula de salida del depósito; comenzando el suministro y siguiendo el llenado hasta su cota de explotación normal.

4.44.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por cada unidad definida en el cuadro de precios, realmente ejecutadas y terminadas según especificaciones de planos y del Ingeniero Director de las Obras y se abonará mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos..

En los precios se considera incluido el suministro, puesta en obra, materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para la correcta colocación y ejecución de estas unidades de obra.

Artículo 4.45. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD PARA DEPÓSITOS

4.45.1. EJECUCIÓN

Se deberá verificar la estanquidad de las paredes, solera y cubierta del depósito como ensayo de recepción. Para evitar el desperdicio de agua en las cámaras y demás instalaciones deberán reunir las condiciones de limpieza y desinfección que aseguren la calidad del agua almacenada durante la prueba, de manera que pueda ser utilizada una vez terminada la misma. Tras completarse el llenado del depósito se tomarán muestras para análisis bacteriológico siendo obligatorio cumplir los requisitos especificados por la normativa vigente (RD 140/2003, Orden SCO/3719/2005). En caso de ser necesario se deberán añadir al agua los agentes potabilizadores que se estime oportunos que permitan la incorporación de ésta a la red de abastecimiento y su consiguiente aprovechamiento.

Para los ensayos de estanquidad, y ante la no existencia de normativa española, se seguirán las especificaciones indicadas en la norma inglesa BS 8.007, de común aceptación para este tipo de ensayos, y recogidas en la Guía Técnica sobre depósitos para abastecimiento de agua potable (CEDEX 2009), que se exponen seguidamente.

Antes de la finalización de la construcción del depósito se deberá:

- Asegurar que los dispositivos adecuados de evacuación de agua están disponibles y que funcionen correctamente
- Limpiar las superficies interiores
- Aislar y asegurar todas las conducciones de entrada y salida
- Llenar lentamente el compartimiento de agua hasta el nivel total de llenado
- Permitir un período de absorción adecuado, para conseguir la saturación de las superficies mojadas y en caso de ser necesario, llenar con agua al final de dicho período.

El procedimiento de ensayo será el siguiente:

- Medir y registrar el nivel de agua al inicio del ensayo mediante un punto de referencia fijo
- Observar y medir el caudal en el drenaje subterráneo

- Medir el nivel de agua a intervalos durante la ejecución del ensayo (mínimo cada 24 h)
- Hacer un seguimiento del estado de las superficies exteriores, incluyendo las paredes divisorias, para detectar pérdidas
- Al final del ensayo medir el nivel final de agua
- Calcular las pérdidas de agua
- Realizar un informe del ensayo

La velocidad de llenado no será superior a los 2 metros de lámina de agua cada 24 horas. Una vez llenado por primera vez se deberá restituir el líquido que por la absorción inicial de los paramentos se consume. Para poder distinguir las pérdidas debidas a la absorción inicial del hormigón y de las fisuras autosellantes del resto de las filtraciones existentes se deberá mantener lleno el depósito al menos durante 7 días, antes de comenzar a controlar el nivel. Durante ésta fase de estabilización se deberán registrar los caudales filtrados recogidos por la red de drenaje existente bajo la solera. Asimismo se verificará si las fisuras registradas durante la fase de llenado y la fase de estabilización se han sellado o si siguen provocando filtraciones.

Una vez terminada la fase de estabilización y absorción inicial se deberá mantener el depósito lleno sin aportación adicional de agua durante al menos 7 días, durante los cuales se registrará el nivel del depósito (a intervalos máximos de 24 horas) y las filtraciones recogidas por la red de drenaje.

El descenso de lámina de agua que se recoja durante esta segunda fase del ensayo no deberá ser mayor de:

- 1/500 de la capacidad total de la cámara estudiada
- 10 mm de descenso absoluto de la lámina de agua

Durante los 7 días en los que se esté realizando esta segunda fase del ensayo se deberán inspeccionar cuidadosamente todas las juntas, las eventuales fisuras y la red de drenaje para detectar cualquier fuga de agua.

Para poder ajustar lo máximo posible la cifra real de pérdidas por filtración se podrán restar las pérdidas de agua por evaporación. Dichas pérdidas se podrán calcular mediante fórmulas empíricas contrastadas o mediante la instalación de evaporímetros flotantes dentro del depósito.

En caso de detectar problemas de estanquidad durante la ejecución de la prueba, se deberá estudiar pormenorizadamente su origen, pudiendo ser alguno de los siguientes:

- Fisuración del hormigón en ausencia de juntas
- Rotura de juntas o fallos en la ejecución del sellado o durante su unión
- Problemas durante el hormigonado (discontinuidades, coqueas, disgregación de materiales, etc.)
- Fallo de la lámina de impermeabilización (cuando exista).
- Problemas puntuales en el sellado de los huecos de sujeción del encofrado
- Corrosión de armaduras
- Porosidad del hormigón
- Separación del revestimiento

En caso de no resultar favorable la prueba se deberán solucionar los problemas de estanquidad del depósito, debiéndose realizar una nueva prueba de estanquidad tras la ejecución de los trabajos de impermeabilización. En esta segunda prueba también se deberá realizar una primera fase de estabilización.

Todas las reparaciones de fisuras, juntas y demás elementos deberán realizarse desde la cara en contacto con el agua. El material empleado deberá tener la flexibilidad adecuada, tener una contaminación nula del agua de consumo, mantenerse inalterable frente a los procesos de desinfección y tener una migración cero después de los procesos de desinfección según norma UNE-EN-ISO 12873-2.

Se realizará también, en el caso de no cumplir el ensayo, una estimación de las pérdidas de agua a través de las fisuras, ya que unas pérdidas generalizadas mayores, una vez descartadas las fugas por juntas o unión entre solera y muro, pueden indicar la existencia de familias de fisuras de mayor entidad que las previstas, lo que implicaría un fallo en la calidad de la construcción. Esta estimación se puede realizar mediante la fórmula específica presente en el Eurocódigo 2.

Asimismo se podrán aprovechar las pruebas de estanquidad para verificar también el correcto funcionamiento estructural del depósito, siempre que la Dirección de Obra lo estime oportuno. Para la detección de posibles defectos en soleras y paredes del depósito se podrán emplear la técnica de medida del impulso ultrasónico, la técnica del impacto-eco y la técnica del Georradar o GPR.

También se deberá realizar una prueba de estanquidad de la cubierta del depósito. La cubierta del depósito deberá ser impermeable para evitar la contaminación del agua del interior del depósito por la lluvia y los arrastres de suciedad y polvo acumulada en la misma.

Previamente a la realización del ensayo se deberá:

- Asegurar que el depósito está vacío de agua.
- En el caso de disponer de una cubierta plana se realizarán las previsiones temporales necesarias para sellar cualquier pérdida existente en la cubierta.
- Se realizarán los ajustes necesarios que permitan obtener la profundidad de agua requerida durante la prueba.

El procedimiento de ensayo será el siguiente:

- Mojar o inundar la cubierta
- Se mojará con agua por aspersion o inundación sobre el área completa
- Observar la parte inferior de la cubierta para detectar pérdidas
- Realizar un informe del ensayo

En las cubiertas en las que sea posible por su geometría la prueba se realizará inundando la misma con una lámina de agua de al menos 25 mm durante al menos 24 horas, con el fin de detectar filtraciones. En el caso de que la geometría de la cubierta impida su inundación la prueba se realizará regando por aspersion la cubierta durante al menos 6 horas.

En el caso de que aparezcan filtraciones, goteras o manchas de humedad en la cara inferior de la cubierta o en el contacto de ésta con los muros perimetrales, tanto durante el ensayo como inmediatamente después (esperar 12 horas tras el ensayo), se deberá proponer una solución de

impermeabilización de la cubierta y una vez realizada esta reparación se deberá repetir el pertinente ensayo de estanquidad en las zonas afectadas detectadas en el ensayo anterior.

4.45.2. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por cada unidad definida en el cuadro de precios, realmente ejecutadas y terminadas según especificaciones de planos y del Ingeniero Director de las Obras.

En los precios se considera incluido el suministro, puesta en obra, materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para la correcta colocación y ejecución de estas unidades de obra.

Artículo 4.46. CUNETAS DE HORMIGÓN

Esta unidad consiste en la nivelación y preparación del lecho de asiento de las cunetas de hormigón cuya excavación se ha realizado previamente de acuerdo con el artículo de excavación y refino del presente Pliego, y el hormigonado posterior de acuerdo con las dimensiones definidas en los planos.

4.46.1. MATERIALES

El tipo de hormigón a utilizar en la ejecución de las cunetas deberá tener una resistencia características a 28 días de veinte (20) MPa y el tamaño del árido no superará los veinte (20) mm. HM-20/P/20/I

4.46.2. EJECUCIÓN

Una vez nivelado y preparado el lecho de asiento se procederá al suministro puesta en obra y curado del hormigón, cuidando su terminación hasta que la superficie vista quede en perfectas condiciones de servicio.

Cuando el terreno natural no cumple la condición de suelo tolerable, se podrá colocar a juicio del Director de Obra, de una capa no inferior a 10 cm de suelo seleccionado.

Si la ejecución se realiza de modo manual se prepararán unas plantillas con el perfil de la cuneta que se colocarán en el terreno a distancia no superior a dos metros (2 m). El

hormigonado se realizará por tramos alternos, siendo la junta no mayor de 3 mm si es sin sellar, y de 5 mm si es sellada.

Si la ejecución se realiza mediante perfiladora de hormigón de encofrado deslizante, se cuidará de modo especial los espesores de hormigón.

Para el curado es obligatorio el empleo de un producto filmógeno que será aplicado inmediatamente después de la puesta en obra del hormigón.

4.46.3. CONTROL DE CALIDAD

Las pequeñas deficiencias superficiales deberán corregirse mediante la aplicación de mortero de cemento de un tipo aprobado por el Director de las Obras. No se admitirán irregularidades superiores a 15 mm medida con regla de 3 m.

4.46.4. MEDICIÓN Y ABONO

Las cunetas, se abonarán por metros lineales (ml) realmente ejecutados, medidos sobre el terreno.

El precio incluye la excavación, reperfilado, nivelación, preparación del lecho de asiento, el hormigón HM -20 y la colocación. Así como la retirada de sobrantes de tierra a vertedero

Se medirán y abonarán por cada unidad definida en el cuadro de precios, realmente ejecutadas y terminadas según especificaciones de planos y del Ingeniero Director de las Obras.

En los precios se considera incluido el suministro, puesta en obra, materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para la correcta colocación y ejecución de estas unidades de obra.

Artículo 4.47. DRAGADO

4.47.1. EJECUCIÓN

Los productos que han de extraerse en las obras de dragado contempladas en el presente Proyecto serán todos los que se encuentren dentro del volumen limitado por la superficie del terreno antes de iniciarse los trabajos, y la superficie definida por las cotas de dragado y perfiles teóricos del Proyecto.

Antes de comenzar las obras y con cargo al Contratista, se procederá al replanteo de las áreas de dragado para obtener un reconocimiento perfecto del dragado que se va a realizar. Dicho replanteo será realizado con sonda multihaz.

Una vez finalizados los trabajos de dragado especialmente en la primera fase ya que se realizará en retirada, se ejecutará una batimetría final con sonda multihaz para comprobación geométrica del dragado.

El Contratista está obligado a extraer, empleando para ello los medios que sean precisos, todos los productos naturales o artificiales de cualquier naturaleza, (rocas, escolleras, bloques, fábricas antiguas, pertrechos de navegación, cables, cabos, estacas, restos de pilotes o de naufragios, etc.) que pudieran aparecer, hasta llegar a las cotas de calado nominal fijadas en los Planos y en su defecto las que fije la Dirección Facultativa.

El contratista elaborará y someterá a la aprobación de la Dirección de la Obra un procedimiento de dragado que contemplará:

- La maquinaria a utilizar.
- Las áreas donde se depositará el material dragado.
- El balizamiento de las áreas de trabajo y de vertido.
- La relación del personal adscrito al dragado.
- El calendario y el horario de trabajo.
- Las medidas de protección medioambiental.
- Las medidas y los procedimientos para asegurar el cumplimiento del Plan de Seguridad con el establecimiento de los procedimientos complementarios, en caso necesario, que se incorporarán como anejo al plan de Seguridad de la Obra.
- Los equipos batimétricos para el control geométrico de los dragados (embarcación, ecosonda, mareógrafo, equipos informáticos, etc.) así como la frecuencia de la toma de datos.

El Contratista obtendrá por su cuenta y a su costa los permisos y autorizaciones de las administraciones competentes necesarios para la ejecución de las obras de dragado y vertido de los materiales. El retraso en la obtención de los permisos y/o autorizaciones no será, en ningún caso, motivo para modificar los precios o los plazos.

El Contratista no podrá retirar las máquinas y equipos de dragado adscritos a la obra sin autorización expresa y por escrito del Director de Obra.

A) MATERIALES A DRAGAR

Las características esperables de los materiales a dragar han sido interpretadas en base a la información disponible incluida en el Anejo de Geotecnia.

Todos los datos de partida e informaciones recogidas por el Contratista, incluyendo la información de suelos contenida en los Anejos a la Memoria de este Proyecto, y cualquier otra suministrada por la Administración u otras fuentes, deberán ser comprobados y asumidos por el Contratista en su oferta, en consecuencia el Contratista no podrá solicitar incremento de precio o indemnización alguna en el caso de que los rendimientos obtenidos en el dragado sean inferiores a los considerados en su oferta, sea ello debido a la naturaleza del material a dragar o a causas meteorológicas.

El Contratista está obligado a realizar el dragado de todos los tipos de materiales en el volumen a dragar definido en el proyecto.

B) MAQUINARIA Y PLATAFORMA DE TRABAJO

Para el dragado se utilizará una draga de retro de brazo largo con geometría suficiente para el alcance al punto más alejado de la plataforma de trabajo.

La realización de las plataformas de trabajo mediante el relleno todo uno esta incluido en el precio de la partida de dragado.

4.47.2. CONTROL DE CALIDAD

A) TOLERANCIAS

No se admitirá tolerancia alguna por defecto, ni en profundidad ni en planta en relación con las cotas teóricas definidas en los Planos del Proyecto.

A efectos de ejecución de las obras y para facilitar el desarrollo de los trabajos, se permitirán las siguientes tolerancias por exceso:

- En profundidad: veinticinco centímetros (25 cm).
- En planta será de cincuenta centímetros (50 cm), medios sobre una línea horizontal, en cualquier punto de talud.

El dragado que se realice por exceso sobre tolerancias llevará consigo la obligación por parte del Contratista de realizar por su cuenta el relleno del volumen dragado por exceso con material de las mismas características que el previsto para la construcción situada inmediatamente encima de la superficie del terreno dragado.

No obstante, cuando a juicio de la Dirección de la obra existan circunstancias especiales, se podrá exigir no pasar de las tolerancias anteriores debiendo el Contratista tomar las precauciones oportunas para evitar las consecuencias que puedan derivarse de sobrepasar dichas tolerancias.

4.47.3. MEDICIÓN Y ABONO

La medición del dragado se efectuará en metros cúbicos (m³) y el volumen se medirá según la medición del proyecto, ya que al realizarse la protección del manto en retirado no pueden compararse finalmente las superficie inicial y la de dragado final.

En los precios de las unidades de dragado se incluyen todos los costes necesarios para realizar los trabajos de extracción, transporte y vertido de los productos objeto de dragado, conforme con lo estipulado en el precio del presupuesto, incluyendo asimismo todos los costes derivados de la movilización y desplazamiento de ida y vuelta de los equipos de dragado y auxiliares correspondientes, como cualquier otro gasto que se origine por la ejecución de esta unidad de obra.

La ejecución de la unidad de obra incluye también los medios necesarios para el replanteo y la colocación y mantenimiento de las señales y marcas del replanteo y señalización de los trabajos.

El Contratista podrá proponer sistemas alternativos de dragado y transporte sin que ello signifique variación en los precios con la aprobación de la dirección facultativa.

Se medirán y abonarán por cada unidad definida en el cuadro de precios, realmente ejecutadas y terminadas según especificaciones de planos y del Ingeniero Director de las Obras.

Artículo 4.48. MANTO DE ESCOLLERA

4.48.1. MATERIALES

A) ESCOLLERA CLASIFICADA

La piedra para escollera será sana, compacta, dura, densa, de buena calidad y alta resistencia a los agentes atmosféricos y a la desintegración por la acción del agua. Estará exenta de vetas, fisuras, planos débiles, grietas por voladuras y otras imperfecciones o defectos que en opinión de la Dirección de Obra puedan contribuir a su desmoronamiento o rotura durante su manipulación, colocación o exposición a la intemperie.

Todos los cantos tendrán sus caras toscas, de aristas angulares, y su dimensión mínima no será inferior a un tercio (1/3) de su dimensión máxima. Las lajas, losas finas, planas o alargadas, así como los cantos rodados, o partes de los mismos, serán rechazados.

La densidad de la piedra será superior a dos con sesenta y cinco (2.65) toneladas por metro cúbico. El ángulo de rozamiento interno de las escolleras deberá ser superior a cuarenta y cinco grados sexagesimales (45°) tanto seco como saturado.

El peso de los cantos estará comprendido entre un noventa por ciento (90 %) y un ciento veinte por ciento (120%) del peso nominal especificado en los planos, debiendo cumplirse que al menos un cincuenta por ciento (50%) de los cantos tenga un peso superior al nominal. Será facultad del representante de la Dirección de Obra proceder a la pesada individual de cualquier pieza que

considere elegir, así como la de clasificar, con arreglo al resultado de tales pesadas individuales, la escollera contenida en cualquier elemento de transporte de la categoría que estime pertinente, o bien exigir la retirada de los cantos que no cumplan la condición señalada en el párrafo primero de este artículo para clasificar la escollera en la categoría que crea más adecuada.

La escollera que haya de usarse en la construcción de obras de abrigo y protección de taludes, solamente podrá ser aceptada si se demuestra que cumple a satisfacción de la Dirección de Obra este Pliego. Para ello se realizarán los ensayos de la roca que se consideren necesarios durante el transcurso de los trabajos, que serán realizados por un laboratorio aprobado y por cuenta del Contratista. La piedra deberá ser aceptada en cantera con anterioridad a su transporte, y a pie de obra con anterioridad a su colocación. La aprobación de las muestras no limitará la facultad de la Dirección de Obra de rechazar cualquier escollera que a su juicio no cumpla los requisitos exigidos en este Pliego. Antes de comenzar la explotación de la cantera, el Contratista presentará un certificado expedido por un laboratorio homologado, referente a los ensayos de las características físicas efectuadas con la piedra propuesta para su uso, y del examen, "in situ", de la cantera propuesta.

El mencionado certificado incluirá los siguientes datos:

- Examen de la cantera para cerciorarse de que las vetas, filones y planos débiles se encuentran suficientemente espaciados para permitir obtener escolleras de los tamaños necesarios.
- Clasificación geológica.
- Análisis químico, de acuerdo con las características petrológicas de la muestra.
- Análisis petrográfico, de acuerdo con lo establecido en UNE-EN 12407:2007, determinándose en su caso el contenido en arcilla.
- Resistencia al desmoronamiento (Sehudes) NLT-251/91.
- Resistencia al desgaste, determinada según Ensayo de Los Ángeles (UNE-EN 1097-2:1999).
- Estabilidad frente a soluciones de sulfato magnésico, de acuerdo con lo establecido en UNE EN 1367-2:1999.
- Coeficiente de absorción de agua, de acuerdo con lo establecido en 83134 UNE-EN 1097-6:2001.
- Peso específico, árido seco en el aire, de acuerdo con lo establecido en UNE-EN 1097-6:2001.
- Resistencia a la compresión en probeta cilíndrica, de esbeltez superior a dos (2) y saturada.
- Determinación del índice de impacto, de acuerdo con lo establecido en UNE-EN 1097-2:1999.
- Determinación del valor de carga correspondiente al diez por ciento (10%) de finos, de acuerdo con lo establecido en UNE 83113.

El número mínimo de ensayos que deberá realizarse será el siguiente:

- Clasificación geológica: una determinación de cada frente expuesto durante los trabajos en cantera.
- Para el resto de los ensayos: un ensayo como mínimo y siempre que se explote un nuevo frente.

Estos ensayos serán realizados por un laboratorio aprobado por la Dirección de Obra y por cuenta del Contratista.

El peso de los cantos se controlará con la frecuencia que estime oportuna el Director de Obra, eligiendo los cantos de entre los acopios hechos en obra.

Como límites admisibles de los resultados de los ensayos se establecen los siguientes:

- Densidad real. Limitación: $> 2.65 \text{ T/m}^3$.
- Absorción de agua. Limitación: $< 1 \%$.
- Estabilidad de volumen (resistencia a los sulfatos). Limitación: $< 12\%$.
- Desgaste de los Ángeles. Limitación: $< 30\%$.
- Contenido de sulfuros. Limitación: $< 1\%$.
- Coeficiente de desgaste de acuerdo con la UNE-EN 13383-1 (microdeval húmedo) (%) < 15 (clase MDE20, "entorno fuertemente abrasivo, por ejemplo, mares con tormentas ocasionales con anteplaya arenosa o de guijarros").
- Resistencia a la compresión en probeta cilíndrica (kg/cm^2) > 500
- Índice de impacto < 30
- Carga correspondiente al 10% de finos (KN) < 100
- Resistencia al desmoronamiento (sehudes) : Un valor mínimo del índice de durabilidad del 98%.

Tipo de escolleras:

Se utilizarán los siguientes tipos:

- Escollera clasificada de 100 Kg. en filtro. . La densidad seca no podrá inferior a una con ocho toneladas por metro cúbico (1.8 t/m^3) y la saturada será igual o superior a dos con una toneladas por metro cúbico (2.1 t/m^3). El ángulo de rozamiento interno (sumergido) no será menor de cuarenta grados sexagesimales (40°).
- Escollera clasificada de 1t. en manto. . La densidad seca no podrá inferior a una con ocho toneladas por metro cúbico (1.8 t/m^3) y la saturada será igual o superior a dos con una toneladas por metro cúbico (2.1 t/m^3). El ángulo de rozamiento interno (sumergido) no será menor de cuarenta grados sexagesimales (40°).
- Escollera clasificada redondeada de 100-300 Kg. en zanja drenante.

4.48.2. EJECUCIÓN

Será colocada en la banqueta mediante medios marítimos, o por otro procedimiento que el Contratista estime más conveniente, siempre y cuando sea aprobado por la Dirección de Obra, y que con dicho procedimiento pueda darse cumplimiento a todas las condiciones impuestas en el presente Pliego.

Antes de iniciar los trabajos de colocación del material el Contratista someterá al Director de Obra, para su aprobación, un sistema de posicionamiento horizontal.

Una vez se haya comprobado por el Director que el dragado y excavaciones han alcanzado las cotas especificadas en los planos, se podrá proceder al vertido de la escollera. Dichas cotas podrán ser modificadas por la Dirección de obras si el terreno que resultante del dragado presentara características distintas a las que se han supuesto en la redacción del presente Proyecto.

Las escolleras se clasificarán en cargadero y no se admitirá la carga en un mismo elemento de transporte con escolleras de pesos nominales diferente.

El vertido se realizará lo más pronto posible una vez ejecutados los dragados, para evitar modificaciones en los perfiles de éste.

En el vertido, el Contratista tomará las precauciones necesarias para que material se deposite dentro del perfil teórico, quedando obligado si fuera necesario, a retirar el material que quede fuera de perfil, que en ningún caso será de abono.

Una vez vertido el material se procederá a su repartición, no abonando ningún exceso.

4.48.3. CONTROL DE CALIDAD

No se admitirá tolerancia alguna por defecto, ni en profundidad ni en planta en relación con las cotas teóricas definidas en los Planos del Proyecto.

A efectos de ejecución de las obras y para facilitar el desarrollo de los trabajos, se permitirán las siguientes tolerancias por exceso:

- En profundidad: veinticinco centímetros (25 cm).
- En planta será de cincuenta centímetros (50 cm), medios sobre una línea horizontal, en cualquier punto de talud.

El relleno que se realice por exceso sobre tolerancias no será abonable.

No obstante, cuando a juicio de la Dirección de la obra existan circunstancias especiales, se podrá exigir no pasar de las tolerancias anteriores debiendo el Contratista tomar las precauciones oportunas para evitar las consecuencias que puedan derivarse de sobrepasar dichas tolerancias.

4.48.4. MEDICIÓN Y ABONO

Todas las escolleras, se medirán y abonarán en metros cúbicos (m³) obtenidos por la diferencia entre el perfil final teórico de Proyecto y el perfil inicial del proyecto, correspondiente a cada sección una vez asentada y consolidada, siendo dicho volumen determinado mediante planos.

Para comprobar la realidad de la obra ejecutada y medir lo que quede fuera de tolerancia se tomarán perfiles después de colocar el material en obra, una vez asentado y consolidado, deduciendo el volumen por diferencia, restando de dicho abono, las cantidades que queden fuera de la tolerancia fijada en este Pliego.

En caso de que además hubiera que retirar dicho material fuera de tolerancia, este gasto correría a cargo del Contratista.

La Dirección podrá ordenar, si lo cree necesario, la instalación de báscula a pie de obra, como comprobación adicional, pero sin que, a los efectos del abono, se admita ninguna reclamación del Contratista de incremento de los m³ ejecutados, basados en el pesaje de las escolleras por básculas.

En el precio de la escollera está incluido el importe de la piedra, todas las operaciones necesarias desde el desbroce de las canteras, clasificación, mezcla, transporte desde la cantera, y su colocación o vertido en obra mediante medios marítimos y o terrestres, y su reperfilado, hasta alcanzar las dimensiones definitivas previstas en el Proyecto.

Para aplicar a las escolleras y material granulado el precio correspondiente, es preciso además, que se encuentren colocadas en la zona de la obra, que por su peso y lugar que exprese el precio les corresponda.

No se admitirá que se coloque escollera de un peso inferior en zona prevista para un determinado peso, no siendo en este caso de abono el material colocado y quedando el Contratista obligado a sustituir el material.

En el precio de la escollera se considera incluido el asiento propio, la penetración y el asiento del terreno. No serán de abono los excesos o las correcciones, debidas a inestabilidades de la escollera por el oleaje o roturas geotécnicas, que puedan sobrevenir antes de completarse las secciones del proyecto.

En los precios de la escollera se incluye la explotación de la cantera repercutida en el metro cúbico, así como las labores precisas para la estabilización de los taludes resultantes y su revegetación.

Se medirán y abonarán por cada unidad definida en el cuadro de precios, según especificaciones de planos e indicaciones del Ingeniero Director de las Obras y se abonará mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En los precios se considera incluido el suministro, puesta en obra, materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para la correcta colocación y ejecución de estas unidades de obra.

Artículo 4.49. MICROPILOTES

Los micropilotes estarán constituidos por un perfil de las características y dimensiones descritas en planos, protegido por mortero inyectado mediante un tubo al fondo de la perforación.

En cualquier caso se cumplirá lo especificado en:

- Artículo 675 del PG-3 vigente
- Código Estructural.
- Guía par el diseño y ejecución de anclajes al terreno en obras de carreteras.

4.49.1. MATERIALES

A) INYECCIÓN

La lechada de cemento a emplear será de resistencia característica 30 MPa con cemento 42.5 SR (600 kg por m³ arena)

B) ARMADURA TUBULAR

El armado se hará con armadura tubular 127/9 de acero TM-80 de límite elástico 550 Mpa ($f_{yk}=550\text{Mpa}$), con uniones macho-macho manguito exterior. El procedimiento empleado en su ejecución deberá haber sido aprobadas por el Jefe de Obra con anterioridad a su empleo.

4.49.2. EJECUCIÓN

A) EQUIPO

El equipo necesario para la ejecución de los micropilotes ofrecerá garantías suficientes en relación a la calidad del mortero, precisión en la perforación y colocación de la armadura, mínima perturbación del terreno y, sobre todo, continuidad de los micropilotes.

La ejecución de los micropilotes incluye las siguientes operaciones:

- Planificación de la obra.
- Operaciones previas
- Replanteo
- Perforación
- Preparación y colocación de la armadura
- Preparación e inyección del mortero
- Retirada de equipos y limpieza de tajos

B) REPLANTEO

Como actividad previa a cualquier otra de la obra se procederá al replanteo de las obras.

Los taladros se replantearán en los lugares indicados en Planos. Se establecerá un procedimiento lógico de denominación de cada uno de los micropilotes que permita identificarlos en los planos y en la obra.

Se sacarán referencias a puntos fijos a distancia suficiente para que se conserven durante el proceso de ejecución.

C) PERFORACIÓN

El contratista deberá efectuar el control riguroso y permanente del estado de la perforación. Anotará expresamente las longitudes perforadas, la longitud de la zona de empotramiento, el volumen de las inyecciones realizadas y la composición de las mezclas, etc. Para ello se confeccionarán gráficos donde se representen de forma sencilla, mediante un adecuado sistema de signos, los datos antes citados y otros que se consideren necesarios para que el personal responsable por parte del subcontratista y de Tragsa pueda conocer el estado del proceso de la obra en todo momento.

El subcontratista deberá elaborar un parte del estado de los trabajos en cada cambio de turno, que cada capataz o jefe de tajo deberá entregar al que lo sustituye, facilitando copia del mismo a la Dirección Facultativa, si ésta lo solicitara.

El Contratista deberá mantener en todo momento el control pleno de todas las operaciones de perforación e inyección, y será enteramente responsable de cualquier daño que pudiese ocasionar.

Antes de colocar o introducir la armadura del micropilote, se comprobará que tiene la longitud útil perforada y el diámetro requerido, como precaución frente a posibles desprendimientos del terreno o reducción de sección por deformaciones del mismo ocurridas durante el tiempo transcurrido entre la perforación y la colocación del tubo armadura.

D) PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DE LA ARMADURA

Las armaduras de los micropilotes se introducirán en sus taladros respectivos con el mayor cuidado posible, sin golpearlas ni forzarlas, especialmente cuando se trate de terrenos de mala o mediana calidad y se teman desprendimientos de las paredes de los taladros y no se hayan entubado éstos.

Si las armaduras no se introdujeran fácilmente, o se atascasen en algún punto, se volverá a retirar el tubo, si ello fuese posible, y se comprobará que el taladro se encuentra en buenas condiciones u obstruido por desprendimientos.

Si una armadura no llegase a colocarse totalmente dentro del taladro, y no fuera posible su extracción, la Dirección Facultativa podrá ordenar al contratista la ejecución, a su cargo, de un nuevo micropilote de las mismas longitudes y características que el inutilizado.

E) ARMADURA

El tubo armadura tendrá la misma longitud del micropilote y su diámetro y espesor serán los señalados en planos. Su colocación se efectuará cuando finalice la perforación de cada taladro y antes de proceder a la inyección de la lechada de cemento.

Vendrá fabricada en tramos empalmables de la longitud adecuada para ser introducida en la perforación. Estos tramos se irán empalmando a tope y se introducirán cuidadosamente para no provocar desprendimientos en las paredes del taladro.

Se deberá garantizar que la armadura quede suspendida a unos veinte centímetros (20 cm) del fondo de la perforación, debiendo quedar centrada en la perforación.

La armadura estará limpia, exenta de pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial. Preparación e inyección de la lechada de cemento.

Se refiere el presente apartado al material de inyección utilizado en la ejecución de los micropilotes.

F) MORTERO O LECHADA

- El cemento cumplirá las condiciones indicadas en el vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-16).
- El agua cumplirá las condiciones generales indicadas en el Código Estructural. La mezcla deberá tener una expansión de $3 + 2\%$ sin presentar evidencias de exudación.

En este sentido, hay que señalar que el constructor, para conseguir la modificación favorable de una o más propiedades del mortero o lechada de cemento, puede proponer el uso de un aditivo no especificado en el presente pliego, indicando la proporción y las condiciones del empleo. Para ello justificará experimentalmente que produce el efecto deseado, que la modificación que pueda producir en las restantes propiedades no es perturbadora y que su empleo no representa peligro para las armaduras.

Todo aditivo presentado bajo un nombre comercial, establecerá su modo de empleo y evaluará sus efectos sobre las propiedades del mortero mediante Documento de Idoneidad Técnica. Su fabricación garantiza que se cumple lo establecido en este Documento.

G) INYECCIÓN DEL MICROPILOTE

Una vez situada la armadura en posición adecuada, se procederá a la inyección del taladro.

La Dirección Facultativa aprobará el método de inyección a emplear, la presión de inyección, la composición de la mezcla y el volumen previsto para formar el micropilote. Todos estos factores serán definidos de acuerdo con el tipo de micropilote empleado.

El proceso de inyección será consecutivo al de colocación de la armadura tubular y siempre antes de las 8 h posteriores a la perforación del taladro.

Para la realización de la inyección se emplearán mezcladores, manteniendo la agitación constante durante la operación de inyección. Esta inyección se realizará a través de la armadura tubular, de abajo hacia arriba, y no podrá interrumpirse tras su inicio. El procedimiento empleado asegurará que no queden inclusiones de aire o agua en las zonas inyectadas. La inyección se realizará de forma lenta pero continua, hasta el mortero salga por la boca de la perforación, con la misma consistencia y aspecto que se obtiene en la mezcladora.

El posterior descabezado de los micropilotes se realizará una vez fraguada la inyección de mortero. Este descabezado se realizará sin dañar a la armadura.

H) RETIRADA DE EQUIPOS Y LIMPIEZA DE LOS TAJOS

Una vez terminados los trabajos de ejecución de los micropilotes, se retirarán los equipos, instalaciones de obra, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios. Se procederá a la limpieza de las zonas de trabajo de los materiales, detritus, chatarra y demás desperdicios originados por las operaciones realizadas para ejecutar las obras.

4.49.3. CONTROL DE CALIDAD

El control del hormigón y armaduras se hará conforme al Código Estructural, con el nivel de control que se indica en los planos, ateniéndose a las prescripciones contenidas en el Plan de Control de Calidad del Proyecto.

Cumplirá las condiciones de calidad indicada en la Guía par el diseño y ejecución de anclajes al terreno en obras de carreteras

4.49.4. MEDICIÓN Y ABONO

Los micropilotes se abonarán por metros realmente ejecutados, medidos "in situ" como suma de las longitudes de cada uno de ellos, desde la punta hasta el extremo que sobresale del encepado, y terminadas según especificaciones de planos y del Ingeniero Director de las Obras y se abonará mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

El precio incluye el replanteo, excavación, colocación de armadura, aporte e inyección de mortero, descabezado, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de esta unidad de obra.

Artículo 4.50. PILOTES

Será de aplicación lo dispuesto en el PG-3, de acuerdo con la Orden FOM/1382/2002, de 16 de Mayo, junto con lo aquí preceptuado.

Esta unidad de obra comprende las siguientes operaciones:

- Excavación del terreno, mediante la ayuda de entubación recuperable y abierta, y extracción de materiales mediante cuchara, sonda o cualquier otro artificio.
- Limpieza del fondo de la excavación.
- Colocación de las armaduras.
- Hormigonado del pilote.
- Descabezado del pilote.
- Limpieza y preparación de las armaduras vistas.
- Auscultación sónica
- Inyección con lechada de la punta de los pilotes.

4.50.1. MATERIALES

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.

A) HORMIGÓN

Se cumplirán las prescripciones del vigente Código Estructural así como las de la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos. Por otra parte además de lo indicado en este apartado se estará a lo dispuesto en el artículo "Hormigones" de este Pliego.

Los hormigones para pilotes hormigonados "in situ" deberán cumplir los siguientes requisitos:

- El tamaño máximo del árido no excederá de treinta y dos milímetros (32 mm) o de un cuarto (1/4) de la separación entre redondos longitudinales, eligiéndose la menor de ambas dimensiones.
- El contenido de cemento será mayor de trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (>350 kg/m³) y se recomienda utilizar al menos cuatrocientos kilogramos por metro cúbico (400 kg/m³).
- La relación agua cemento será la adecuada para las condiciones de puesta en obra y deberá ser aprobada explícitamente por la Dirección de Obra
- La resistencia característica mínima del hormigón será la indicada en el presente
- Pliego y no será inferior a 25 N/mm².
- Los valores de consistencia para el hormigón fresco, según la metodología de colocación, estarán en los siguientes intervalos:

Asiento en cono de Abrams, UNE 83313 A (cm)	Condiciones de puesta en obra
$5 \leq A \leq 10$	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación en perforaciones permanentemente entubadas o en perforaciones en seco no entubadas de diámetro mayor o igual que seiscientos milímetros (600 mm). - Cuando la cota de hormigonado quede por debajo de un entubado provisional. - Cuando la armadura existente, esté muy espaciada, de tal forma que el hormigón pueda evolucionar libremente entre las barras.
$10 \leq A \leq 15$	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando la armadura no esté suficientemente espaciada. - Cuando la cota de descabezado se encuentre en un entubado provisional. - Cuando la perforación del pilote es en seco y su diámetro sea menor que seiscientos milímetros (600 mm).
$15 \leq A \leq 20$	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando el hormigón se coloque en condiciones de inmersión mediante tubo-tremie o bombeo. <p>No ser atacable por el terreno circundante o por el agua.</p>

Deberá estudiarse el tiempo de comienzo de fraguado del hormigón de forma que el tiempo necesario para su transporte y puesta en obra no supere el setenta por ciento de aquél (70%).

Si hiciera falta utilizar algún aditivo para que el hormigón cumpla las condiciones anteriores, se comprobará su compatibilidad con el cemento y los efectos que produce, según la dosificación.

B) ARMADURAS

Se estará a lo dispuesto al respecto en el vigente Código Estructural así como en el artículo, "Acero para armaduras", de este Pliogo, a la Norma de Construcción Sismorresistente y en UNE 36068.

Los diámetros mínimos de las armaduras longitudinales serán de doce milímetros (12 mm). La armadura longitudinal mínima será de cinco (5) barras de doce milímetros (12 mm) y en todo caso, la relación mínima del área de la armadura con relación al área nominal del pilote, será la siguiente:

Sección nominal del Pilote A_c	área refuerzo longitudinal A_s
$A_c \leq 0,5 \text{ m}^2$	$A_s \leq 0,5 \% A_c$
$0,5 \text{ m}^2 < A_c \leq 1 \text{ m}^2$	$A_s \geq 25 \text{ cm}^2$
$A_c \geq 1 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0,25 \% A_c$

La separación entre las barras longitudinales deberá ser la mayor posible, para asegurar un correcto flujo del hormigón, pero no excederá los doscientos milímetros (200 mm).

Cuando los pilotes se hormigonen en condiciones sumergidas, la distancia mínima de separación entre las barras verticales de una alineación, no deberá ser menor de cien milímetros (100 mm).

La distancia mínima de separación entre barras de una misma alineación concéntrica podrá ser reducida a tres (3) veces el diámetro de una barra (o su equivalente) si se cumplen las siguientes condiciones:

- Se utiliza una mezcla de hormigón muy fluida y diámetro máximo del árido no superior a la cuarta parte (1/4) de la separación entre barras.
- Los pilotes son hormigonados en condiciones secas.

La mínima distancia entre las barras de las eventuales diferentes alineaciones concéntricas será mayor o igual que el diámetro de la barra. En ningún caso la separación entre barras longitudinales será

inferior a veinte milímetros (20 mm), salvo en la zona de solape de las barras, donde podrá ser reducida.

Los diámetros de las barras transversales para cercos o armaduras helicoidales serán superiores a seis milímetros (6 mm) y mayores que un cuarto (1/4) del diámetro máximo de las barras longitudinales.

La armadura transversal deberá adaptarse, con precisión, alrededor de la armadura longitudinal principal, y estará unida a ella mediante medios adecuados.

Cuando el esfuerzo cortante en el pilote exceda la mitad (1/2) de la resistencia a cortante del hormigón deberán disponerse los cercos de acuerdo con la normativa vigente.

Respecto a las prescripciones a adoptar al respecto de las acciones sísmicas se estará en todo caso a lo dispuesto en la Norma de Construcción Sismorresistente, o normativa que en su caso la sustituya.

En todos aquellos pilotes que se ejecuten en zonas donde sea obligatoria la aplicación de dicha Norma, y sin perjuicio de lo establecido en la misma deberá disponerse armadura en toda la longitud del pilote (o refuerzo equivalente en el hormigón con fibras metálicas u otros dispositivos similares), con una cuantía o resistencia a flexión equivalente a la que proporciona la armadura mínima.

En aquellos casos en los que no fuese obligatoria la aplicación de dicha Norma podrá disponerse la armadura en sólo parte del pilote, siempre que se justifique que esa armadura (o refuerzo equivalente, en el sentido antes citado) absorbe todos los esfuerzos de flexión procedentes de acciones estáticas exteriores, derivadas de excentricidades, etc.

Recubrimiento.

El recubrimiento de hormigón para la armadura se establecerá de acuerdo con lo especificado en el vigente Código Estructural.

El recubrimiento mínimo se incrementará a setenta y cinco milímetros (75 mm) cuando:

- El pilote se ejecute en terreno blando y se construya sin entubar.
- Se coloque el hormigón en condiciones sumergidas, con un tamaño de árido máximo de veinticinco milímetros (25mm).
- La armadura se instala después de la colocación del hormigón.
- La perforación tenga las superficies irregulares.

El recubrimiento se podrá reducir a cuarenta milímetros (40 mm), si se utiliza un encamisado o forro permanente.

4.50.2. EJECUCIÓN

Cumplirán las condiciones especificadas en el Artículo 671, "Cimentaciones por pilotes de hormigón armado moldeados in situ" del PG-3 de acuerdo a la Orden FOM/1382/2002.

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

En el hormigonado de los pilotes se pondrá el mayor cuidado en conseguir que el pilote quede, en toda su longitud, con su sección completa, sin vacíos, bolsas de aire o agua, coqueras, cortes, ni estrangulamientos. También se deberán evitar el deslavado y segregación del hormigón fresco.

En los pilotes de entubación cerrada, ésta se limpiará, de modo que no quede tierra, agua, ni objeto o sustancia que pueda producir disminución en la resistencia del hormigón. Lo mismo se hará con los pilotes de entubación abierta con tapón o azuche perdidos.

En los demás tipos de pilotes de entubación abierta, se procederá, inmediatamente antes del comienzo del hormigonado, a una limpieza muy cuidadosa del fondo del taladro. Sin embargo, si la sedimentación en dicho fondo rebasase los cinco centímetros (5 cm), se echará en el mismo un volumen de gravilla muy limpia y de graduación uniforme, sin nada de arena, equivalente a unos quince centímetros (15 cm) de altura dentro del taladro construido. Esta gravilla formará un apoyo firme para el pilote, absorbiendo en sus huecos la capa de fango que haya sido imposible limpiar.

Una vez que el hormigonado haya comenzado, el tubo-tremie deberá estar siempre inmerso en, por lo menos, tres metros (3 m) de hormigón fresco. En caso de conocerse con precisión el nivel de hormigón la profundidad mínima de inmersión podrá reducirse a dos metros (2 m).

Las armaduras longitudinales se suspenderán a una distancia máxima de veinte centímetros (20 cm) respecto al fondo de la perforación y se dispondrán bien centradas y sujetas.

Durante el hormigonado de los pilotes de entubación recuperable, se irá elevando dicha entubación de modo que quede siempre un tapón de hormigón en el fondo de la misma, del orden de dos (2) diámetros, que impida la entrada del terreno circundante.

En los pilotes de entubación recuperable el hormigonado se hará bien en seco, o bien con el tubo inundado lleno de agua, debiendo elegir el Director de las Obras uno u otro procedimiento según la naturaleza del terreno. Si se hormigona con el tubo inundado, el hormigón se colocará en obra por medio de tubo-tremie, bomba o cualquier artificio que impida su deslavado.

El tubo-tremie deberá colocarse en el fondo del pilote al comienzo del hormigonado, y después se izará ligeramente, sin exceder un valor equivalente al diámetro del tubo.

La colocación del hormigón bajo agua o lodos estabilizadores debe realizarse por medio de tubo-tremie, al objeto de evitar la segregación, lavado y contaminación del hormigón.

Si el hormigonado se hace con agua en el tubo, se hormigonará la cabeza del pilote hasta una cota al menos treinta centímetros (30 cm) por encima de la indicada en Proyecto y se demolerá posteriormente este exceso por estar constituido por lechada deslavada que refluye por encima del hormigón colocado. Si al efectuar dicha demolición se observa que los treinta centímetros (30 cm) no han sido suficientes para eliminar todo el hormigón deslavado y de mala calidad, se proseguirá la demolición hasta sanear completamente la cabeza, reemplazando el hormigón demolido por hormigón nuevo, bien adherido al anterior.

El hormigonado de un pilote se hará en todo caso, sin interrupción; de modo que, entre la introducción de dos (2) masas sucesivas, no pase tiempo suficiente para la iniciación del fraguado. Si, por alguna avería o accidente, esta prescripción no se cumpliera, el Director de las Obras decidirá si el pilote puede considerarse válido y terminarse, o no. En el caso de que se interrumpa el hormigonado

bajo agua, no se aceptará el pilote salvo que, con la aceptación explícita del Director de las Obras, se arbitren medidas para su recuperación y terminación, así como para la comprobación de su correcta ejecución y funcionamiento. El pilote que haya sido rechazado por el motivo indicado, habrá de ser rellenado, sin embargo, en toda su longitud abierta en el terreno. La parte de relleno, después de rechazado el pilote, podrá ejecutarse con hormigón de relleno cuya resistencia característica mínima a compresión sea de doce megapascales y medio (12,5 MPa) a veintiocho días (28 d). Su ejecución se hará con los mismos cuidados que si se tratara de un pilote que hubiera de ser sometido a cargas.

A) EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El equipo necesario para la ejecución de las obras deberá ofrecer las máximas garantías en cuanto se refiere a los extremos siguientes:

- Precisión en la perforación de la excavación.
- Mínima perturbación del terreno.
- Continuidad geométrica del pilote.
- Perfecta colocación de las armaduras.
- Fabricación y puesta en obra del hormigón.

Antes de la iniciación de los trabajos, el Contratista demostrará, a satisfacción del Ingeniero Director, que el equipo propuesto es adecuado en relación con los aspectos citados.

Además de equipos para la implantación de equipos en orden de ejecución y obras adicionales para su consecución.

4.50.3. CONTROL DE CALIDAD

El Contratista confeccionará un parte de trabajo de cada pilote, en el que figurarán, al menos:

- La fecha y hora de comienzo y fin de la introducción de la entubación.
- La profundidad total alcanzada por la entubación y por el taladro.
- La profundidad hasta la que se ha introducido la armadura, y la longitud y constitución de la misma.
- La profundidad del nivel de la superficie del agua en el taladro al comienzo del hormigonado.
- La utilización o no de trépano, indicando en su caso profundidad, peso y tiempo de empleo.
- La relación volumen de hormigón-altura alcanzada.
- La fecha y hora del comienzo y terminación del mismo.

En el caso de pilotes excavados, se registrará la calidad y espesor de los estratos atravesados y se tomarán muestras del terreno, en la forma y con la frecuencia que ordene el Director de las Obras, siendo al menos una muestra por estrato.

Sobre alguno de los pilotes de prueba, o bien sobre cualquiera de los de trabajo, se efectuarán las pruebas de carga y los ensayos sónicos, de impedancia mecánica o cualquier otro previsto en el Proyecto u ordenado por el Director de las Obras.

En el caso de pilote aislado bajo un pilar se recomienda equipar todos los pilotes para su posible comprobación, y llevar a cabo pruebas del tipo señalado en, al menos, un (1) pilote de cada tres (3).

Si los resultados de los ensayos sónicos o de impedancia mecánica revelaran posibles anomalías, el Director de las Obras podrá ordenar bien la comprobación del diseño teórico del pilote, bien la comprobación de la continuidad del pilote mediante sondeos, de cuya interpretación podrá establecer:

- La realización de pruebas de carga.
- La necesidad de reparación del pilote.
- El rechazo del pilote.

En el caso de realizar pruebas de carga, si éstas produjesen asentamientos excesivos y se demostrase que ello se debía a defecto del pilote, por causas imputables al Contratista, el Director de las Obras podrá ordenar la ejecución, a cargo del Contratista, de nuevas series de control sobre tres (3) pilotes, por cada pilote defectuoso encontrado. En el caso de realizar pruebas de carga suplementarias, se aplicará sobre el pilote una carga máxima del ciento veinticinco por ciento (125%) de la de trabajo. El Director de las Obras, definirán los criterios a seguir para la aceptación o rechazo de la cimentación a la vista de los resultados de los ensayos de carga o de cualquier otra comprobación que se realice.

Las condiciones de aceptación en un ensayo de carga se obtienen registrando los resultados en un ordenador, mediante un programa informático, y empleando diferentes fórmulas o métodos que estiman la capacidad de carga; de esta manera se obtiene un resultado rápido que puede ser calculado en la misma obra.

A) TOLERANCIAS.

Los pilotes se construirán con los siguientes rangos de tolerancias:

- La excentricidad del eje del pilote respecto a la posición fijada, será inferior a diez centímetros (10 cm) para pilotes de diámetro no superior a un metro ($D \leq 1'0$ m) y a la décima (1/10) parte del diámetro en caso contrario, pero siempre inferior a quince centímetros (15 cm).
- Para pilotes verticales o con pendiente superior a quince (15:1) el error de inclinación no excederá el dos por ciento (2 %) del valor de la pendiente.
- Para pilotes inclinados con pendientes comprendidas entre quince (15/1) y cuatro (4/1) el error de inclinación no excederá del cuatro por ciento (4%) del valor de la pendiente.
- Mayores errores de inclinación o posición obligan a reestudiar a costa del Contratista los esfuerzos en cada cimentación y a las medidas de refuerzo que la Dirección de Obra estime necesarias, también a cargo del Contratista y sin derecho a abono de ningún tipo.

4.50.4. MEDICIÓN Y ABONO

Las cimentaciones por pilotes moldeados in situ se abonarán por metros (m) de pilote completamente ejecutado de acuerdo a planos de definición y medidos en el terreno como suma de las longitudes de cada uno de ellos, desde la punta hasta la cara inferior del encepado o de la viga riostra.

Las unidades ejecutadas serán abonadas mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

El precio de abono incluye excavación, hormigón y su colocación y todas las operaciones de traslado e instalación de la maquinaria de perforación, los medios auxiliares y la energía que resulte precisa, el suministro de agua necesaria para la perforación, así como la carga y el transporte a lugar de empleo,

acopio o vertedero de los productos de excavación. Igualmente se incluyen en el precio, el exceso de hormigón en las cabezas de los pilotes hormigonados con agua en el tubo, los muretes guía, el descabezado y la limpieza y preparación de las armaduras vistas una vez realizado en descabezado junto con el tubo de acero carbono y la ejecución del ensayo de auscultación sónica. También se considera incluida la lechada de cemento y su inyección en la punta del pilote para la creación del bulbo que mejore las condiciones de cimentación. La inyección se realizará a una presión entre 15 y 25 kg/cm².

No serán de abono los pilotes rechazados o defectuosos, las pruebas de carga en los pilotes de trabajo, si se realizan por dudas en su validez, como consecuencia de un trabajo defectuoso, o por causas que sean imputables al Contratista, así como los ensayos de nuevas series de control ordenados por el Director de las Obras como consecuencia de haber encontrado pilotes defectuosos.

El precio incluye el transporte y montaje por unidad de equipo de pilotaje y los elementos auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad, así como los desplazamientos del personal especializado.

CAPITULO V. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS

Artículo 5.1. PIEZAS ESPECIALES EN CALDERERÍA

5.1.1. MATERIALES

A) CALDERERÍA

Las piezas especiales a utilizar en la conducción de fundición (codos, derivaciones, tes, ampliaciones, reducciones, colectores, bridas, etc...) se fabricarán con acero S275JR ejecutados conforme a la Norma ANSI B-36.10.

Los espesores de tubos utilizados estarán en la tabla siguiente:

TABLA CALDERERÍA ANSI B-36.10					
DN	OD	e	ID	Tipo	Peso
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	espesor	[Kg]
25	33,40	3,38	26,64	STD	2,50
50	60,32	3,91	52,50	STD	5,44
80	88,90	5,49	77,92	STD	11,29
100	114,30	6,02	102,26	STD	16,07
150	168,30	7,11	154,08	STD	28,26
200	219,10	8,18	202,74	STD	42,53
250	273,00	9,27	254,46	STD	60,29
300	323,85	9,52	304,81	STD	73,82
350	355,60	9,52	336,56	STD	81,28
400	406,40	9,52	387,36	STD	93,21
500	508,00	9,52	488,96	STD	117,03
600	609,60	9,52	590,56	STD	140,89
700	711,20	9,52	692,16	STD	164,74
800	812,80	9,52	793,76	STD	188,59
900	914,40	12,70	889,00	XS	282,41
1.000	1.016,00	12,70	990,60	XS	314,23
1.100	1.117,60	12,70	1.092,20	XS	346,06
1.200	1.219,00	12,70	1.193,60	XS	377,81

Para diámetros mayores o iguales a 800 y presiones superiores a 16 atm quedan excluidas estas tablas.

Aquellas piezas que se realicen con chapa plana serán de espesor entero superior (ejemplo 10 mm para DN1000).

Para los codos se usarán elementos curvos, no gajos, cuyas dimensiones se especifican en la norma ANSI B-16.9 con espesor STD (9,52 mm de Ø300 a 1200), salvo que el Director de Obra autorice expresamente el uso de piezas a gajos, en tal caso, los codos se fabricarán según el manual M11 de la AWWA "Seteel Pipe – A guide for Design and Instalation", en cuanto a número de gajos, radio del codo y espesor de la chapa.

CODOS POR GAJOS. AWWA M-11

Ángulo [°]	Gajos nº	Radio
0° - 22,5°	2	2,5xØ
22,5° - 45°	3	
45° - 67,5°	4	
67,5° - 90°	5	

El espesor "t" del gajo se calcula:

$$S = \frac{P \cdot D}{2 \cdot f} \left(1 + \frac{D}{3R - 1,5D} \right)$$

Siendo:

- R el radio del codo
- D el diámetro de la tubería
- P la presión de diseño
- f la tensión admisible a la presión de diseño

La preparación de los extremos de las tuberías (soldadura a tope) se hará según la norma ASME B-16.25.

La protección frente a la corrosión para todas las piezas especiales será mediante galvanizado en caliente por inmersión según UNE-EN ISO 1461 con la simiente masa y espesores mínimos.

ESPESOR Y MASA MÍNIMOS DEL RECUBRIMIENTO

Espesor de la pieza	Espesor local del recubrimiento [µm]	Masa local del recubrimiento [g/m²]	Espesor medio del recubrimiento [µm]	Masa medio del recubrimiento [g/m²]
Acero > 6 mm	70	505	85	610
Acero > 3 mm hasta ≤ 6 mm	55	395	70	505
A utilizar en el proyecto	85	610	100	720

Para la vida útil asignada a las tuberías, de 50 años y supuesto un ambiente de humedad elevada (C3 según norma UNE-EN ISO 14713) se exigirá un espesor mínimo medio para este proyecto de 100µm.

En el caso de tuberías de fundición, para unir las piezas al tubo, se conformará un mecanizado en sus extremos (macho a un lado y hembra al otro) para su unión a la tubería de fundición, que reproducirá exactamente las formas de los tubos, liso con chaflan para el macho y copa con junta de estanqueidad para las hembras). Al inicio de los trabajos, y por cada suministrador se realizará pruebas de presión y estanqueidad para valorar la idoneidad del diseño del mecanizado.

Una vez fabricadas las piezas especiales y comprobada la calidad de las soldaduras, se someterán a un tratamiento previo con decapantes y de neutralización, para posteriormente realizarse un granallado hasta el grado SA 2 y ½ según la norma sueca, y finalmente el proceso de galvanizado en caliente por inmersión. Entre el granallado y el galvanizado de las piezas no deberán transcurrir más de 24 horas.

No se admitirán cortes ni soldaduras de las piezas de acero una vez galvanizado, ni en taller ni en obra. En caso de que fuese necesario modificar alguna pieza, deberá someterse a un nuevo proceso de granallado y galvanizado.

En el caso de que fuese imprescindible realizar una soldadura de las piezas especiales en obra, deberá emplearse en lugar de acero galvanizado un acero inoxidable de calidad AISI-314 ó AISI-316, previa autorización del Director de obra.

Para el caso de uniones a tuberías de acero se usarían uno de los siguientes métodos de unión:

- Unión con bridas normalizadas y con espárragos pasantes en valvulería.
- Unión por soldaduras a tope ASMA B.16.25.
- Unión mediante virolas con soldaduras a solape interior.

En este último caso el espesor de la virola será como mínimo de 20 mm en S275JR, garantizando así la resistencia a presión interna definida.

Todas las soldaduras de los accesorios fabricados a partir de chapa o banda, así como las soldaduras de fabricación, se realizarán según los siguientes procesos de tipo manual:

- Soldadura por arco eléctrico con electrodo de tungsteno y gas inerte (GTAW).
- Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW).

Tanto la preparación para la soldadura como la propia soldadura se realizarán según los procedimientos fijados en las Normas UNE correspondientes en vigor y por soldadores cualificados conforme a la Norma UNE correspondiente en vigor.

B) TORNILLERÍA

Toda la tornillería incluida en el presente proyecto será de acero al carbono calidad mínima 6.8 con protección anticorrosiva a base de zincado y cromatizado amarillo (bicromatado), a excepción de aquellos elementos en los que se especifique en su descripción particular y que nunca podrá ser de inferior calidad.

5.1.2. EJECUCIÓN

El montaje de la calderería metálica se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieren para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los conductos, bombas, tuberías, etc., de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.1.3. CONTROL DE CALIDAD

Se realizará un control por radiografías sobre los cordones de soldadura de las piezas fabricadas (5% de longitud cordón). Se realizará el control antes de la galvanización y tras el granallado.

También se realizarán ensayos de espesores de recubrimiento de galvanizado en caliente según UNE EN ISO 1461 mediante método magnético (ISO 2178) en las plantas de galvanización y para las inspecciones de rutina. el galvanizador deberá extender un certificado de conformidad con las prescripciones de la norma UNE EN ISO 1461 (de conformidad con ISO 10474).

El Ingeniero Director de la Obra dictaminará sobre los resultados obtenidos.

5.1.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se entiende por piezas especiales aquellas que se incorporan a la tubería como derivaciones, té, reducciones, manguitos bridados, bridas enchufe o racores brida, uniones abrazaderas flexibles y carretes de desmontaje.

Las piezas especiales que sean necesarias instalar en las tuberías (derivaciones ventosas y desagües, codos, en s,...etc), cuando estas sean en calderería metálica se abonarán, por kilogramo de acero y aplicando los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los mecanizados para la unión a la tubería de fundición, tanto macho como hembra están incluidos en el precio de tubería, o se abonarán por kilogramo, según el tipo al que corresponda de los definidos en los párrafos anteriores.

En todos los casos se incluyen en los precios los accesorios de montaje siguientes: los anillos de goma que se alojan en las juntas flexibles, las arandelas, contrabridas y bulones de las juntas flexibles para piezas, los accesorios de las juntas flexibles acerrojadas, las juntas de goma entre bridas y la tornillería necesaria para su montaje.

En el precio de las piezas especiales se incluyen los accesorios para protección del recubrimiento (alambres, cintas adhesivas, flejes, etc.) para su instalación.

En el precio de las piezas se incluye el coste de las pruebas de tubería instalada.

Artículo 5.2. UNIÓN FLEXIBLE ABRAZADERA

5.2.1. MATERIALES

Las uniones flexibles abrazadora que se proyectan, deberán de suministrarse para la presión concreta de trabajo de cada caso y deberá de indicar el par de apriete recomendado.

El cuerpo será en acero inoxidable calidad A4, las juntas de caucho EPDM y la tornillería y ejes en acero inoxidable calidad A2. La longitud de la unión será como mínimo de 200 mm.

Serán de dos cierres para facilitar el montaje y su unión a tuberías existentes.

5.2.2. EJECUCIÓN

El proceso de ejecución es el siguiente:

- Se deben de limpiar los extremos de las tuberías a unir y eliminar las irregularidades que puedan existir.
- Tomar medidas equivalentes a la mitad del ancho de la unión y marcarlos en el tubo.

- Abrir la unión por el cierre que lleva las juntas tóricas en los tornillos.
- Colocar la junta de caucho alrededor del tubo sin solapar extremos y utilizar una guía para su alineación.
- Colocar los aceros interiores de los cierres en su posición correcta.
- Colocar las carcasas cubriendo la junta en su posición y fijar los ejes y tornillos.
- Encarar el segundo tubo alineándolo concéntricamente.
- Colocar la unión entre las marcas.
- Apretar los tornillos alternativamente, con pequeños avances hasta aproximarse a la separación final del cierre, **no sobrepasar el par de apriete**.
- Continuar apretando con la llave dinamométrica hasta el par de apriete.

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieran para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.2.3. CONTROL DE CALIDAD

Al cerrar la unión comprobar la alineación del perfil del caucho, que el caucho no está solapado y que los aceros interiores están correctamente centrados.

Control de apriete mediante llave dinamométrica.

El Ingeniero Director de la Obra dictaminará sobre los resultados obtenidos.

5.2.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por unidad (ud) definida en el cuadro de precios, realmente ejecutadas y terminadas según especificaciones de planos y del Ingeniero Director de las Obras aplicando los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

En los precios se considera incluido el suministro, puesta en obra, materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para la correcta colocación y ejecución de estas unidades de obra.

Artículo 5.3. MANGUITOS PARA DILATACION DE TUBERIAS

5.3.1. MATERIALES

Han de estar realizados con materiales aptos para estar en contacto con agua potable.

A) COMPENSADORES DE GOMA

En los tramos autoportantes de tuberías se instalarán manguitos de dilatación con las siguientes características:

- compuestos de un fuelle de goma con bridas de apriete con respaldo.
- Diámetro nominal para una presión de servicio 16 y 25 bares (según ubicación en el P.K.) y para una temperatura de hasta 60°C.
- Calidad de goma CIIR. Bridas según norma DIN correspondiente a la presión de servicio.
- Tornillos pasantes Acero calidad 1.0570 (St 52-3) o superior.
- Con anillo soporte de vacío para soportar depresiones de 0,05 bares.
- Dimensión entre bridas de 350 mm y capaz de absorber los siguientes movimientos:
 - o Movimientos axiales:
 - 60 mm a compresión
 - 35 mm a alargamiento
 - o Movimientos laterales: 35 mm
- Movimientos angulares: 2,8°

5.3.2. EJECUCIÓN

El montaje comprende las siguientes fases:

- Limpieza, las caras de las bridas tienen que estar planas y limpias.
- Apretar homogéneamente en cruz los tornillos de la brida, sujetando la llave por dentro y girando por fuera a fin de que la llave dañe el fuelle.
- Quitar los tornillos de pretensión.
- Reapretar los tornillos después de la primera puesta en marcha.

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieren para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.3.3. CONTROL DE CALIDAD

La posición del fuelle deberá estar en una posición acorde con la temperatura de la tubería, por lo que debe de consultarse el anejo de cálculo y seguir las instrucciones de la Dirección de Obra.

El Ingeniero Director de la Obra dictaminará sobre los resultados obtenidos.

5.3.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas mediante los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.4. CARRETES DE DESMONTAJE

5.4.1. MATERIALES

A) CARRETES

Los carretes telescópicos de desmontaje serán del tipo DBJT (doble brida junta tórica) para presiones de trabajo hasta 16 atm y tipo SBJP (simple brida junta piramidal) para presiones de trabajo mayores de 16 atm.

En el tipo DBJT el carrete estará formado por una parte hembra fija, otra macho móvil y una brida inferior móvil. La parte hembra estará formada por un carrete de tubo con una brida total en un extremo y una brida inferior en el otro. La parte móvil estará conformada por un carrete de tubo con una brida total en un extremo. La unión entre ellos se realizará introduciendo la parte móvil en la fija, asegurando la estanqueidad mediante una junta tórica de goma que queda alojada entre las dos bridas inferiores. El montaje se hace con los tornillos de las bridas inferiores y varillas roscadas que sujetan las bridas totales de los extremos en el 50% de los taladros.

El tipo SBJP está compuesto por una parte hembra fija, una parte macho móvil y una brida móvil intermedia. La parte hembra fija solo lleva la brida total en un extremo, y un borde achaflanado en el otro extremo del tubo. La junta de forma trapezoidal se coloca entre el extremo del tubo hembra. El montaje se realiza mediante varillas roscadas que sujetan las tres bridas en el 100% de los taladros.

El juego de montaje y desmontaje será el suficiente para un correcto desmontaje. La colocación correcta del carrete será aguas abajo para la parte hembra y aguas arriba para la parte macho. Se seguirá el orden de apriete y se aplicará el par indicado por el fabricante. En caso de que se tenga que desmontar el carrete, nunca se reutilizará la junta que ha estado en servicio, la cual debe ser sustituida.

El juego de montaje y desmontaje será el suficiente para un correcto desmontaje.

El espacio entre las 2 bridas de la parte fija será el suficiente para sacar los tornillos independientes.

Las dimensiones serán las especificadas en los planos

B) BRIDAS

De acero al carbono S-275JR según DIN 2576/2502 ó acero inoxidable AISI-304 ó 316. Bridas totales según DIN / ASA / ANSI. Brida inferior espesor mínimo 15 mm.

C) CUERPO (TUBOS PARTE MACHO Y HEMBRA)

De acero inoxidable AISI-304. Espesor definido según código ASME sección VIII. Relación mínima de espesor = $0,007 \times DN$.

D) JUNTAS DE ESTANQUEIDAD

Caucho EPDM dureza 70 Shore según ISO-48

E) TORNILLERÍA

Tratamiento de acabado cincado y cromatizado amarillo (bicromatado) calidad mínima 6.8

F) UNIONES SOLDADAS

Procedimiento homologado según norma UNE-EN 15609. Material de aportación aceros inoxidables ER-309-L.

G) GRANALLADO

Grado SA 2 y 1/2

H) PINTURA

Recubrimiento epoxi poliéster en polvo polimerizados al horno calidad alimentaria, pintura líquida esmalte de poliuretano alifático calidad alimentaria, o galvanizado en caliente por inmersión.

5.4.2. EJECUCIÓN

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieren para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.4.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.5. VÁLVULAS DE COMPUERTA

5.5.1. MATERIALES

La válvula de compuerta es utilizada en el seccionamiento de conducciones de fluidos a presión y funcionará en las dos posiciones básicas de abierta o cerrada.

La válvula de compuerta estará constituida, como elementos esenciales por:

- Un cuerpo en forma de T, con dos juntas o extremos de unión a la conducción asegurando la continuidad hidráulica y mecánica de ésta, y otro elemento que fija éste a la cúpula o tapa.
- Obturador de disco, que se mueve en el interior del cuerpo, al ser accionado el mecanismo de maniobra, con movimiento ascendente–descendente por medio de un husillo o eje perpendicular al eje de la tubería o circulación del fluido.
- Husillo o eje de maniobra, roscado a una tuerca fijada al obturador sobre la que actúa, produciendo un desplazamiento de éste. El giro se realiza mediante apoyo de su parte superior sobre el tejuelo o soporte.
- Tapa, elemento instalado sobre el cuerpo, en cuyo interior se aloja el husillo.
- Juntas de estanqueidad, que aseguran ésta entre el cuerpo y la tapa, y entre ésta y el husillo.

El cierre, de la válvula a instalar, se realizará mediante giro del volante o cabeza del husillo en el sentido de las agujas del reloj, consiguiéndose la compresión de todo el obturador en el perímetro interno de la parte tubular del cuerpo. Este obturador estará totalmente recubierto de elastómero, por lo que el cuerpo no llevará ninguna acanaladura en su parte interior que pueda producir el cizallamiento total o parcial del elastómero.

El sentido de giro para la maniobra de cierre o apertura deberá indicarse en el volante, cuadrado el husillo o lugar visible de la tapa. El cierre de la válvula se realizará en sentido horario.

Realizada la maniobra de apertura en su totalidad, no deberá apreciarse ningún estrechamiento de la sección de paso, es decir, que ninguna fracción del obturador podrá sobresalir en parte tubular de la válvula.

El diseño de la válvula será tal, que sea posible desmontar y retirar el obturador sin necesidad de desmontar la válvula. Asimismo deberá permitir sustituir los elementos impermeabilizados del mecanismo de maniobra, o restablecer la impermeabilidad, estando la conducción en servicio, sin necesidad de desmontar la válvula ni el obturador.

Las válvulas a instalar serán de asiento elástico y para distintas presiones de trabajo (10, 16, 25 kg/cm²).

Los materiales utilizados en su construcción y sus características serán :

- Estanqueidad perfecta conseguida por compresión del elastómero de la compuerta
- Eliminación de frotamiento en las zonas de estanqueidad
- Pares de maniobra por debajo de los prescritos en las normas ISO y NF
- Cuerpo y tapa de fundición dúctil. Cumplirá la normativa GS-400.15 según AENOR NF A 32.201 equivalente a la GGG-50 según DIN 1.693
- Eje de maniobra en acero inoxidable forjado en frío al 13% de cromo
- Compuerta en fundición dúctil GS-400.15 revestida totalmente de EPDM formulación alimentaria. Incluso el alojamiento de la tuerca y el paso del ojo
- Tuerca de maniobra en aleación de cobre
- Ausencia de tornillería visible para la unión de tapa y cuerpo, o tornillería de acero protegida contra la corrosión mediante un sellado de resina o mastic

- Revestimiento interior y exterior mediante empolvado epoxi con un espesor mínimo de 150 micras
- Unión mediante bridas de acuerdo con normativa ISO

Las válvulas deberán de resistir las condiciones extremas provocadas por:

- Golpes de ariete hidráulicos hasta el 20% superior a la presión de servicio
- Velocidad de circulación del líquido de hasta 4 m/seg
- Un ritmo de trabajo de hasta 10 maniobras por hora de servicio continuo

Deberán de cumplir las pruebas de estanqueidad:

- A 20º aguas arriba – aguas abajo
- Resistencia del cuerpo a 1,5 veces la presión de diseño

La longitud entre bridas será tipo corto serie básica 14 para las PN10 y PN16 y tipo largo serie básica 15 para las PN25.

5.5.2. EJECUCIÓN

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieren para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.5.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.6. VÁLVULAS DE MARIPOSA

5.6.1. MATERIALES

La válvula de mariposa es un elemento de seccionamiento o de regulación donde el obturador (mariposa) se desplaza en el fluido por rotación alrededor de un eje, ortogonal al eje de circulación del fluido y coincidente o no con éste.

En este proyecto se prescriben válvulas de mariposa la siguiente tipología:

- Válvula de mariposa de eje centrado con lenteja esférica y con el anillo de estanqueidad envolvente en el cuerpo, del tipo ISORIA o similar. Se usarán en aquellas posiciones con poco

espacio para su instalación (ya que algunas se intercalan en arquetas existentes) o en aquellas posiciones de uso poco frecuentes y sin importancia decisiva en el servicio.

Las características son las siguientes

A) VALVULAS EJE CENTRADO KSB

La válvula de mariposa es un elemento de seccionamiento o de regulación donde el obturador (mariposa) se desplaza en el fluido por rotación alrededor de un eje, ortogonal al eje de circulación del fluido y coincidente o no con éste.

En este proyecto se prescriben válvulas de mariposa de eje centrado con lenteja esférica y con el anillo de estanqueidad envolvente en el cuerpo, del tipo ISORIA o equivalente. Se usarán en aquellas posiciones con poco espacio para su instalación (ya que algunas se intercalan en arquetas existentes) o en aquellas posiciones de uso poco frecuentes y sin importancia decisiva en el servicio.

La utilización de cada una de ellas en cada posición se ha definido detalladamente en el documento nº4 presupuesto y en el documento nº2 Planos.

Elementos y materiales:

- El cuerpo será con bridas de caras planas de fundición nodular calidad GGG-40 según DIN 1693. La distancia entre bridas entre caras será según norma ISO 5752 Serie 20.
- La lenteja se construirá en acero inoxidable martensítico laminado o forjado con el 13% de cromo, según norma UNE 36.016 (18-12) tipo 1.4408 / ASTM A-351 gr. CF8M o similar. Los pasos de eje superior e inferior serán esféricos, no permitiéndose pasos rectos que requieren altos pares de maniobra.
- El eje estará formado por dos partes o semi-ejes para facilitar las operaciones de desmontaje. Uno de ellos será de arrastre, al que se acopla el sistema o mecanismo de maniobra, y el otro de fijación. La mariposa se hará solidaria al eje mediante chavetas interiores, y nunca mediante pasadores que puedan quedar en contacto con el fluido a trasegar. El material a emplear será acero inoxidable acero inoxidable martensítico laminado o forjado con el 13% de cromo, según norma UNE 36.016 (18-12) tipo DIN 1.4029 ó 1.4028 (AMVI o similar hasta DN 600 y 650-1000)
- El revestimiento del cuerpo será epoxy de 150 micras de espesor
- El anillo será elástico, amovible, cubriendo todo el interior del cuerpo y aislando el fluido transportado, de tal forma que se asegure la estanqueidad aguas arriba y aguas debajo de la válvula y a lo largo de las bridas y al paso de los ejes. Se empleará como material EPDM para agua potable. El anillo deberá ser de una formulación especial para agua potable y deberá estar homologado por algún organismo público europeo acreditado como pueden ser: ACS (Acreditación de conformidad sanitaria francés), WRAS (Water Council Reino Unido), DVGW,...
- Los cojinetes serán autolubrificantes con rodamientos de agujas en cajas estancas, para los mayores diámetros, realizados en acero revestido con PTFE
- La tornillería interna, en caso de llevarla, será de acero inoxidable
- Los desmultiplicadores serán diseñados para el accionamiento de válvulas de ¼ de vuelta con pletinas de montaje según norma ISO 5211. La carcasa y base serán de acero fundido o

fundición dúctil GGG-40, y en ningún caso de aluminio. Los mecanismos y pasadores de accionamiento realizados en acero.

- No se podrán utilizar válvulas de mariposa accionadas mediante palanca de un cuarto de vuelta

Características hidráulicas

Con objeto de que las válvulas a instalar presenten unas características hidráulicas compatibles con los cálculos realizados en proyecto los Kv a válvula totalmente abierto deberán ser superiores a los siguientes valores para cada DN y PN:

DN	PN10	PN16	PN25
	COEFICIENTE DE CAUDAL A PLENA APERTURA	COEFICIENTE DE CAUDAL A PLENA APERTURA	COEFICIENTE DE CAUDAL A PLENA APERTURA
	Kv	Kv	Kv
80	468	468	363
100	732	732	567
125	1252	1143	885
150	1803	1646	1275
200	3206	2926	2267
250	5009	4572	3542
300	7213	6584	5100
350	9817	8962	6942
400	12822	11705	9067
450	16228	14814	11475
500	20035	18289	14167
600	28850	26337	20400
700	39269	35847	27767
800	51290	46821	36267
900	64913	59258	45901
1000	80140	73157	56668
1100	96969	81954	68568
1200	115402	105347	81601
1300	135437	123636	95768
1400	157074	143389	111068
1500	180315	164604	127502
1600	205158	187283	145069
1800	259654	237030	183603
2000	320560	292630	226670

Accionamientos

Manuales y Motorizables:

Las válvulas previstas por accionamiento manual dispondrán de desmultiplicadores de cinemática corona-sinfín o por tuerca corredera y biela (Tipo MR o similar). En caso de que las válvulas se requieran motorizables la cinemática deberá ser biela manivela.

Poseerán un carácter estanco marino, protegido al chorro libre y polvo fino, debiendo estar dotados de indicador de posición de apertura de la válvula.

Antes de la aprobación de las válvulas deberán presentarse la justificación técnica de los reductores, con objeto de verificar el comportamiento mecánico en las condiciones de proyecto, indicando, requiriéndose justificar:

- Par de maniobra requerido por la válvula en las condiciones de proyecto.
- Cinemática.
- Ratio del Reductor. Número de vueltas necesario para el giro de cuarto de vuelta.
- Ganancia Mecánica del reductor.
- Pares máximo de entrada y salida de reductor; coeficiente de seguridad con respecto al Par requerido por la válvula, requiriéndose un coeficiente de seguridad de 1,3.
- Diámetro del Volante.
- Esfuerzo para girar el volante, debiendo ser inferior a 300 N.

Motorizadas:

Las válvulas previstas por accionamiento motorizable dispondrán de desmultiplicadores de cinemática por tuerca corredera y biela (MR o similar).

Poseerán un carácter estanco marino, protegido al chorro libre y polvo fino, debiendo estar dotados de indicador de posición de apertura de la válvula.

El actuador será modular para servicios:

- Todo o nada
- Servicio de Regulación para 1200 arrancadas hora

El actuador será IP-68, 8mtrs y 96hrs según norma IEC 60529 y el diseño de la entrada de los cables eléctricos al actuador debe asegurar un doble sellado de la electrónica y de los terminales y que el grado de protección se mantiene incluso si se retira la carcasa.

Las características de los materiales del actuador serán las siguientes:

- La pletina para acoplamiento del actuador será conforme a UNE-EN ISO 5210.
- El par nominal (50% del par máximo) de salida del actuador coincidirá con el par de entrada de reductor o prereducor como mínimo.
- Carcasa: En aleación de aluminio, resistente a la corrosión.
- Sinfín: Acero forjado, 42CrMo4V conforme la norma DIN.
- Cuerpo motor: Aluminio EN AC-44100 (GD-AISI12), conforme la norma UNE-EN 1706.
- Volante: Aluminio EN AC-42000 (GK-AISI10Mg), conforme la norma UNE-EN 1706.
- Posición: Indicador visual del estado de la válvula (abierto o cerrado).
- Revestido: Preparación de la superficie: granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2^{1/2}, conforme la norma ISO 8501-1:98.
- Pintado: primera capa de imprimación de un componente, segunda capa de pintura de poliuretano con óxido de hierro, el espesor final medio no será inferior a 80 micras
- Tarjeta integrada de posicionamiento de la válvula con salida 4-20 mA

Los actuadores dispondrá de dos interruptores de posición y dos interruptores de par, uno en cada dirección, contacto intermitente para indicación de movimiento (Blinker), tolerancia de: tensión +-10%, frecuencia +-5%. Accionamiento de emergencia con volante independiente del accionamiento del motor y seleccionable mediante palanca bloqueable de embrague y será compatible con el control centralizado

Antes de la aprobación de las válvulas deberán presentarse la justificación técnica de los reductores, con objeto de verificar el comportamiento mecánico en las condiciones de proyecto, indicando, requiriéndose justificar:

- Reductor
 - o Cinemática.
 - o Ratio del Reductor.
 - o Ganancia Mecánica del reductor.
 - o Pares de entrada máximo de entrada y salida de reductor.
- Motores
 - o Tipo de servicio del Motor (todo o nada, regulación,...)
 - o Características eléctricas de los motores
 - o Velocidad del motor y tiempo de maniobra de la combinación reductor-actuador (Se establecerá aquí el tiempo de maniobra de cada válvula)
 - o Par de salida del conjunto actuador-reductor y coeficiente de seguridad con respecto al Par requerido por la válvula.

5.6.2. EJECUCIÓN

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieren para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.6.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.7. VENTOSAS

La seguridad de la explotación de las conducciones exige que las operaciones relativas a la expulsión y entrada de aire estén aseguradas y tratadas automáticamente.

Los elementos de estos dispositivos de seguridad han de responder a las tres fases siguientes :

- Evacuación del aire en el llenado o puesta en servicio de la conducción
- Admisión de aire, en evitación de la depresión, en las operaciones de descarga de la conducción
- Evaporación de bolsas de aire en puntos altos de la conducción, con ésta en servicio y período de explotación

Se instalarán ventosas de tres funciones que permitan la evacuación automática del aire, la degasificación permanente y la admisión de aire. Se emplearán ventosas con las siguientes características constructivas:

Ventosa de paso total, trifuncional automática de dos cuerpos para presión de trabajo 16 o 25 atm según cada caso, de cuerpo y tapa de fundición dúctil ggg40 o ggg50, boyas de acero inoxidable aisi 304, tornillería de acero 5.6, con asiento de epdm, buna n, o nbr+acero inoxidable aisi 304, salida protegida con tapa, (modelo mistral o similar), incluyendo purgador (tipo de purgador indicado en anejo hidráulico). Con posibilidad de toma de presión para comprobación de caudales, pintura atóxica, incluyendo tornillería, piezas de montaje, totalmente instalada.

En el caso de ventosas que funcionen solamente como admitiendo aire en colaboración con ventosas trifuncionales serán ventosa antivacio de paso total, presión de apertura 0,017 bar, , presión de trabajo 16 o 25 atm según casos , de disco guiado en el centro y tensado por un muelle de acero inoxidable que favorece el cierre. Tapa, brida de entrada y cuerpo en fundición gris astm a 126 cl b. partes internas de acero inoxidable aisi 304 o bronce b62, con tapa de protección, tornillos entre tapa y cuerpo a193, asiento bunan+bronce, pintura atóxica, piezas de montaje, purgador (tipo indicado en anejo hidráulico). Totalmente instalada.

Las ventosas se han proyectado con los siguientes caudales de admisión y expulsión según la tabla adjunta en l/s.

Presión Diferencial		50	80	100	150	200	250	300
Expulsión (l/s)	0.15	210.0	471.9	840.0	1892	3360	5852	8447
Admisión (l/s)	0.35	266.6	599.3	1066.5	2397.3	4261.3	6654	9580

5.7.1. EJECUCIÓN

Para poder instalar otras con una capacidad menor, deberán comprobarse de nuevo la suficiencia ante roturas francas. Debiendo autorizarlo expresamente el Ingeniero Director de la Obra.

Las ventosas se han ubicado cuidadosamente en función del perfil longitudinal, atendiendo a criterios de:

- Puntos altos
- Valor de las pendientes
- Distancia entre ventosas
- Diámetros de las tuberías
- Ubicación de las válvulas y los ramales

Así pues si el perfil longitudinal sufre modificaciones sustanciales, deberán volver a ubicarse y no se podrán instalar sin la autorización del Ingeniero Director de la Obra.

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieren para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.7.2. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.8. VÁLVULAS DE RETENCIÓN

5.8.1. MATERIALES

Serán del tipo obturador deslizante axial, abriéndose automáticamente por el empuje del agua y cerrándose cuando se para el grupo motor bomba.

Todos los elementos deberán tener la rigidez necesaria para soportar, sin sufrir deformaciones, todos los esfuerzos derivados de la presión ejercida por: acciones hidráulicas estáticas, esfuerzos hidráulicos dinámicos, transportes y tensiones accidentales de montaje.

Los materiales de la válvula serán:

- Cuerpo en 558 serie 14 en fundición dúctil.
- Parte interior en bronce exento de zinc
- Vástago guía y muelle en acero inoxidable
- Obturador en bronce exento de zinc y engomado para cierre silencioso
- Protección anticorrosiva exterior epoxi EKB
- Interior de esmalte vitrocerámico ERHARD.

Las conexiones serán embridadas PN16/25 o 40 según corresponda

5.8.2. EJECUCIÓN

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieren para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.8.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.9. FILTRO CAZAPIEDRAS DE CESTA

5.9.1. MATERIALES

Los filtro-colador de diámetros grandes serán en línea, con cuerpo recto del tipo te invertida y con apertura superior. Con malla filtrante con diámetro de agujeros adecuado a las condiciones de uso. Con toma de 1" para ventosa en la tapa y toma de 1/4 " para manómetro aguas debajo de malla filtrante.

Será de chapa acero electrosoldada con bridas de conexión a la conducción normalizadas (PN10, 16,25). Los materiales serán los siguientes:

- Cuerpo, tapa, fondo y bridas acero S 235JR
- Cesta acero inoxidable AISI 304
- Junta EPDM
- Tapón de purga acero inoxidable AISI 304Acer
- Protección Pintura de epoxi 150 micras
- Tornillería Acero zincado

La malla será de chapa de acero inoxidable perforada de diámetro 8 mm y su diseño garantizará un coeficiente de pérdida de carga limpio de $K=4 v^2/2g$

Las dimensiones del filtro serán:

DN (mm)	D exterior del cuerpo (mm)	Altura del cuerpo (mm)	Distancia entre bridas (mm)
50-65	200	200	500
80	200	200	500
100	200	200	500
125	300	300	600
150	320	400	620
200	400	500	700
250	500	600	800
300	600	700	900
350	600	700	900
400	700	700	1000
500	800	800	1100

Las pruebas de presión se harán a 1,5 veces la presión de diseño.

5.9.2. EJECUCIÓN

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieren para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.9.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.10. FILTRO MECANOSOLDADOS PARA PROTECCION DE VALVULAS REGULACIÓN

5.10.1. MATERIALES

Los filtro-colador de diámetros grandes serán en línea, con cuerpo recto del tipo te invertida y con apertura superior.

Será de chapa acero electrosoldada con bridas de conexión a la conducción normalizadas. Los materiales serán los siguientes:

- Cuerpo y bridas acero E24
- Cesta acero inoxidable AISI 304
- Junta Nitrilo
- Tapa Acero E24
- Tapón de purga acero inoxidable AISI 304Acer
- Protección Pintura de epoxi 150 micras

La malla será de chapa de acero inoxidable perforada de diámetro 8 mm y su diseño garantizará un coeficiente de pérdida de carga limpio de $K=4 \sqrt{2/g}$

Dispondrá de una salida inferior de 1" para limpieza rápida de elementos pequeños.

5.10.2. EJECUCIÓN

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieran para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.10.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.11. FILTRO CON CUERPO GLOBO PARA PROTECCION DE VALVULAS REGULACIÓN

5.11.1. MATERIALES

El filtro deberá ser con bridas, de cuerpo en globo, anillo de sujeción en bronce con tamiz de chapa en acero inoxidable, El tamiz será extraíble por la parte superior del filtro, pudiéndose abrir el mismo también por la parte inferior. El filtro tendrá tomas antes y después del tamiz para facilitar medición de presiones y realizar posibles ensayos o pruebas.

La función del filtro es atrapar los sólidos en suspensión que pudiera llevar la conducción, el tamiz de chapa será de orificio de paso determinado por el fabricante o por la dirección de obra, no se admitirá ningún tamiz de malla ni de paso inferior a 2 mm.

El filtro deberá cumplir las normas establecidas (PN 10, 16, 25 o ASA 125, 250) en cuanto a bridas y espesores del cuerpo y tapas de la válvula. La válvula deberá ser construida de hierro de fundición gris de primera calidad, libre de repliegues fríos, puntos defectuosos o esponjosos y cumplirá la norma ASTM A-126 clase B. Los análisis químicos deberán incluir los siguientes elementos ($\pm 10\%$): Sílice 1,93%, Carbono total 3,46%, Azufre 0,089%, Fósforo 0,249%, Manganeso 0,57%, Titanio 0,1%. Las partes de bronce deberán tener una composición aproximada de 87% de cobre, 7% de estaño, 3% de plomo, de 2% de cinc y de 1% de níquel y tener una resistencia a la tracción mínima de 2800 kg/cm², según norma ASTM B-62. Las partes de acero inoxidable serán de AISI 304, salvo indicación superior.

El filtro terminado deberá ser probado en fábrica. Estas pruebas pueden ser observadas por el cliente.

- Señal de salida analógica: 0/4-20 mA
- Señal de salida digital: "activa: 24 Vdc. 30 mA., 1 Kohm <= Rcarga<= 10 Kohm., protección contra cortocircuito
 - "pasiva: 3-30 Vdc., máx. 110 mA, 200 Ohm. <? 10 Kohm
 - "Frecuencia: 0-10 KHz, 50% ciclo de trabajo
 - "Constante de tiempo: 0, 1-30 sg. Ajustable

Salida de relé: 24 Vdc/2^a.; 24 Vdc/1^a

Cut-off (desconexión): "Caudal bajo: 0-9,9 % del caudal máximo ajustable" "Tubería vacía: detección de tubería vacía"

Totalizador : 2 contadores de ocho dígitos para el caudal directo, neto e inverso

Protección : IP 68, montaje sobre sensor (opcional soporte a pared y montaje en panel, IP 65)

Display: alfanumérico de 3*20 dígitos para indicación de caudal instantáneo, volumen (totalizador), ajuste y fallos, iluminación de fondo, 10 idiomas programables. El caudal inverso lo indica con signo negativo

Ajuste de cero automático

Electrónica basada en microprocesador

T^a ambiente: "en funcionamiento: -20°C a +50°C

Almacenado: -40°C a +70°C

Material poliamida reforzada

5.12.2. EJECUCIÓN

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieren para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.12.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.13. CONTADORES

5.13.1. MATERIALES

Los contadores serán de tres tipos, en función de la aplicación y su tamaño, quedando reflejado en el documento plano y presupuesto la ubicación de cada uno de ellos. Podrán ser:

- De tipo woltman para los de diámetro mayor o igual a 50 mm
- De turbina de chorro múltiple para los de diámetro menor o igual a 40 mm

Los contadores del tipo Woltman serán de las siguientes características:

- Uniones bridadas
- De transmisión magnética
- Con doble aprobación de la CEE
- Clase B
- Con totalizador herméticamente sellado (envolvente de cristal mineral y cobre)
- Protección IP68
- Orientable 360°
- Seco
- Preequipado para sensor Cyble de comunicaron o similar y lectura remota (pulsos de salida M-bus, Rf)
- Mecanismos intercambiable sin necesidad de recalibracion
- Cuerpo en fundición nodular

Los contadores de turbina de chorro múltiple serna de la siguientes características:

- Modelo MSD Cyble o similar
- De transmisión magnética
- Homologación la CEE Clase B
- Con totalizador extra seco
- Protección IP68
- Preequipado para sensor Cyble de comunicaron o similar y lectura remota (pulsos de salida M-bus, Rf)
- Cuerpo en latón (roscado) o fundición nodular (bridado)

5.13.2. EJECUCIÓN

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieren para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.13.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.14. GRUPO DE PRESIÓN

5.14.1. MATERIALES

Los grupos de presión estarán compuestos como mínimo por:

- Depósito de aspiración en poliéster con válvula de flotador DN25 y salida inferior en 2",
- Tramos de tubería DN50 hasta aspiración de bombas de grupo de presión;
- Grupo de presión compuesto por 2 bombas horizontales (una en reserva) con diámetro de aspiración 1" y diámetro de impulsión 1", bancada,
- 2 válvulas de cierre de bola en aspiración,
- 2 válvulas de cierre de bola en impulsión,
- 2 válvulas de retención, accesorios roscados,
- Colector de impulsión de 2" con válvula de corte del mismo diámetro
- Soporte de cuadro eléctrico.
- Cuadro con variador de frecuencia con tensión 230 v a 50 hz, en armario metálico con ventilación forzada, interruptor general, indicado-res, selectores de marcha, protecciones variador, protección de bombas auxiliares (guardamotor), con arranque director con un contactor, con alternación de rotación de bomba regulada, función de emergencia,
- Con 2 presostatos, un transductor de presión
- Acumulador de membrana de 100 l de capacidad.

5.14.2. EJECUCIÓN

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, tramos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieren para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.14.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

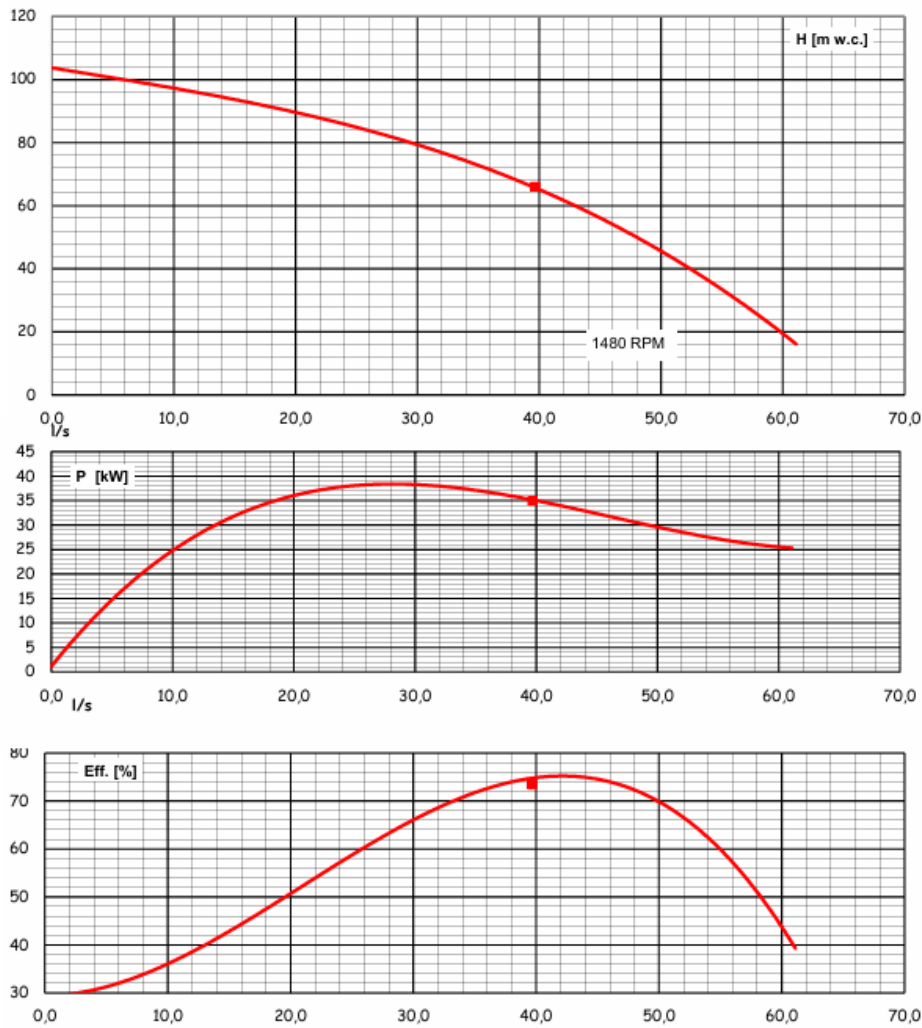
Artículo 5.15. GRUPOS MOTOBOMBAS

5.15.1. MATERIALES

Los grupos motobombas serán de distinto tipo y de las siguientes características:

A) BOMBAS DE CAPTACIÓN

Customer		REF.: BOMBAS DE LA CAPTACION	
Pump Type:	PZ86/5/24/4C	Max.	37,0
Pump size [inch]	8	Power P (kW)	35,00
Column size [inch]	5	at nominal Q	
Impeller ø Design [mm]	TRIM	At BEP [L/S]	43,00
Rated RPM	2975	Capacity Q	Min [L/S] 11,1
Efficiency η [%] at BEP	75,0		Max [L/S] 61,1
Nominal capacity [L/S]	39,7		At BEP [m] 60,0
Head [m] at nominal Q	66,0	Head H	At Q Min [m] 96,8
Efficiency η [%] at nominal Q	73,4		At Q Max [m] 16,0
NPSH at nominal Q [m]	0,0	Shut off [m]	103,6
Liquid specifications			
Liquid type	--		
Temperature design [°C]	90	Viscosity [cSt]	--
Temperature min [°C]	--		
Temperature max [°C]	--	PH	--
Vapor pressure [bar]	--	H2S concentration [ppm]	--
Relative density S.G.	1,00	Corrosive/Erosive agent	--
Construction			
Main Components	Materials	Construction features	Type
Impeller	Stainless steel AISI316L	Discharge Flange	PN25 – DN125
Bushing	Peek	Drive head sealing	SOFT PACKING
Pump casing	Stainless steel AISI316L	Shaft couplings	CONICAL SYSTEM
Pump / column / drive head shaft	Stainless steel AISI316L	Drive head bearing lubrication	GREASE
Discharge casing and motor support	SS AISI316L + Cast iron GGG40	Column bearing lubrication	FLUID PUMPED
Column	SS AISI316L	Column flange	FLANGED
Pump filter	Stainless steel AISI316L	Pump RAL	---
Motor data			
Design		Temp. rise class	B
Type	V1	Voltage [V]	400
Nom. Power [kW]	37	Speed [rpm]	2980
Frequency [Hz.]	50	Efficiency at full load [%]	
No. of pole	2	Power factor	
Protection	IP55	Nominal Current [A]	
Insulation Class	F	Service factor	



B) BOMBAS DE ALTA PRESIÓN

Pump specifications			
Pump Type:	HMV 100.B / 1 R	Impeller	∅ Design [mm]
Max liquid temperature [°C]	90		
Direction of nozzles	19	Capacity Q	Min [m=3/h]
Suction Flange	UNI PN 16 DN 150		Nominal [m=3/h]
Discharge Flange	UNI PN 64 DN 100		Max [m=3/h]
Max suction pressure	16 bar	Head H	at Q Min [m]
Max delivery pressure	64 bar		Nominal [m]
Ball bearing lubrication	GREASE		at Q Max [m]
Duty Point NPSH	1,8 m	Power P [kW]	
Pump Weight [kg]	241	Efficiency η [%]	
		RPM:	
Liquid specifications			
Liquid type	--	Viscosity [cSt]	
Temperature design [°C]	90		
Temperature min [°C]	--	PH	
Temperature max [°C]	--		
Vapor pressure [bar]	--	H2S concentration [ppm]	
Relative density S.G.	1	Corrosive/Erosive agent	

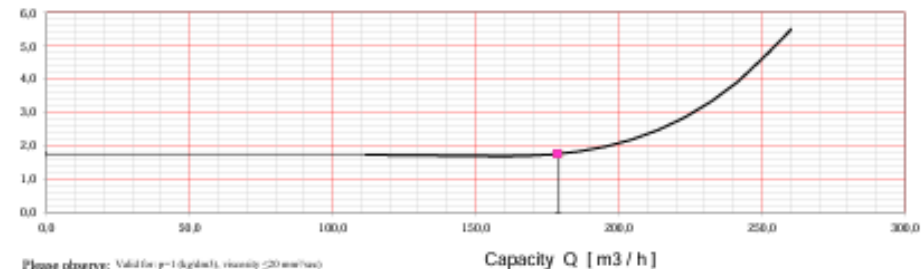
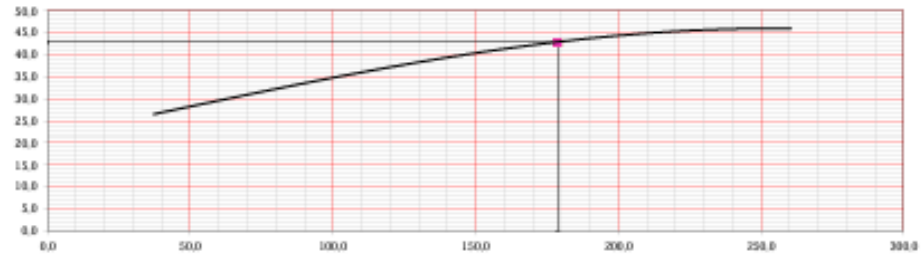
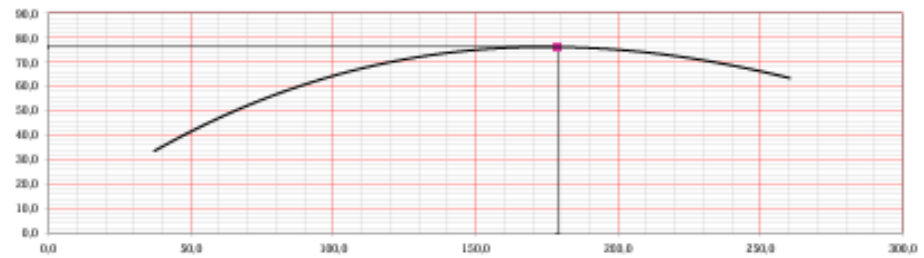
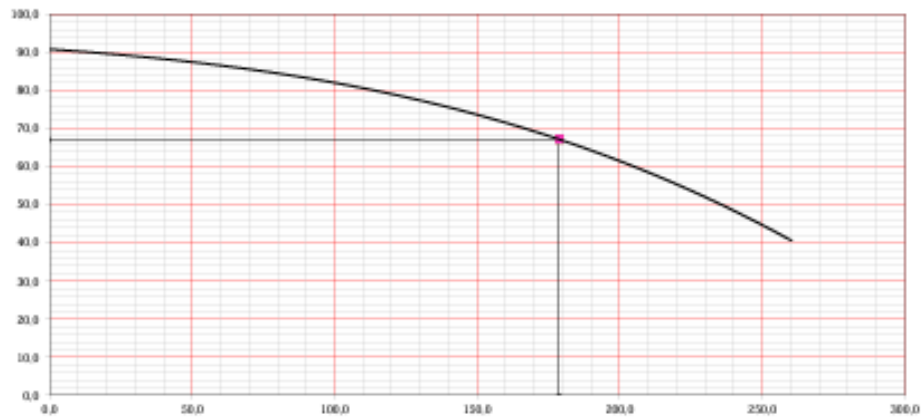


PROYECTO DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE RIEGO DE LA Balsa del SAPO (ALMERÍA)

Pliogo de prescripciones técnicas particulares

Materials					
Execution	4			Seal	
Impeller	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Seal	Unbalanced mech. seal
Diffuser	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Manufacturer	Eagle-Burgmann
Stage Casing	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Rotating Ring	
Discharge Casing	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Stationary Ring	
Suction Casing	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Secondary Seal	--
Bearing housing	EN (G G25) - ASTM (A48 : Nr.35)			Springs	AISI316
Wear rings	Daklin (T° < 100°C) / Feriform (T° > 100°C)			OR	EPDM
Shaft	EN (X 30 Cr13) ASTM (420)			Notes	--
Shaft Sleeve	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)				
Balance piston	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)				
Motor data				Coupling	
Manufacturer				Manufacturer	--
Design	B5	Voltage [V]	400V	Series	--
Type	F2 250M	Current [A]	--	Type	--
Nom. Power	KW 55	Protection	--	Frame size	--
Speed [rpm]	2970	Class	IE3	Spacer length	--
Material	CAST IRON			Weight [kg]	--
Weight [kg]	382				

Q (m³/h) 178,8 - H (m.) 67 - Power (kW) 42,8 - Efficiency % 76,2 - NPSH (m.) 1,8



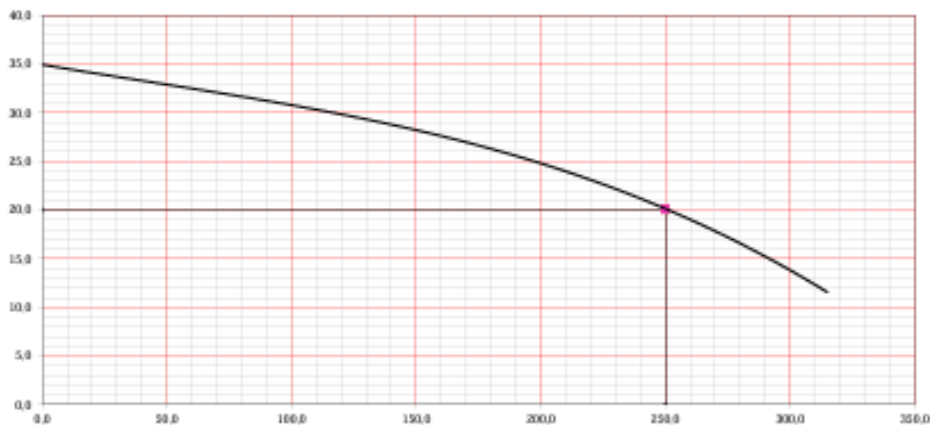
Please observe: Valid for p=1 (kg/cm²), viscosity $\le 20 \text{ mm}^2/\text{sec}$

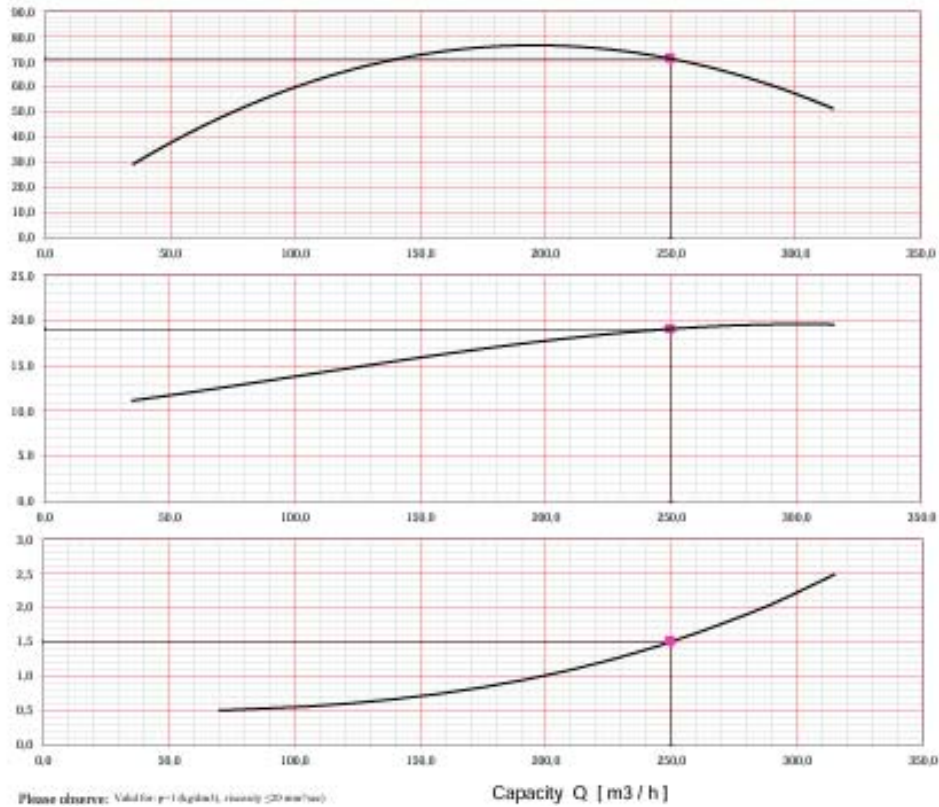
Capacity Q [m³ / h]

C) BOMBAS DE LAVADO FILTROS DE ARENA Y FLUSHING OSMOSIS INVERSA

LAVADO FILTROS ARENA (RETROLAVADO)		Motor	KW 30 4p Gr. 200L
Customer		Reference	
Pump specifications			
Pump Type:	HPV 125.C / 1 R	Capacity Q [m3/h]	Min 225,0
Max liquid temperature [°C]	90		Nominal 250,0
Direction of nozzles	19		Max 315,0
Suction Flange	UNI PN 16 DN 200	Head H [m]	@ Q Min 22,7
Discharge Flange	UNI PN 63 DN 125		Nominal 20,0
Max suction pressure	16 bar		@ Q Max 11,5
Max delivery pressure	63 bar	NPSH [m]	1,5
Ball bearing lubrication	GREASE	Power [kW]	At duty point 19,1
RPM:	1480	Eff. η [%]	71,3
Pump Weight [kg]	401		
Liquid specifications			
Liquid type	--	Viscosity [cSt]	--
Temperature design [°C]	90	PH	--
Temperature min [°C]	--	H2S concentration [ppm]	--
Temperature max [°C]	--	Corrosive/Erosive agent	--
Vapor pressure [bar]	--		
Relative density S.G.	1		
Pump materials		Seal	
Execution	4	Type	Mechanical
Impeller	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)	Manufacturer	Eagle-Burgmann
Diffuser	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)	Rotating Ring	Graphite
Stage Casing	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)	Stationary Ring	SiC
Discharge Casing	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)	Secondary Seal	--
Suction Casing	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)	Springs	AISI316
Bearing housing	EN (G G25) - ASTM (A48 - Nr.35)	OR	EPDM
Wear rings	Stabil peek	Notes	--
Shaft	EN (X 30 Cr13) ASTM (420)		
Shaft Sleeve	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)		
Balance piston	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)		
Motor data		Coupling	
Manufacturer	--	Manufacturer	--
Design	B5	Series	--
Type	F4 200L	Type	--
Nom. Power	KW 30	Frame size	--
Speed [rpm]	1480	Spacer length	--
Material	Cast Iron	Weight [kg]	--
Weight [kg]	235		

Q (m³/h) 250 - H (m.) 20 - Power (kW) 19,1 - Efficiency % 71,3 - NPSH (m.) 1,5



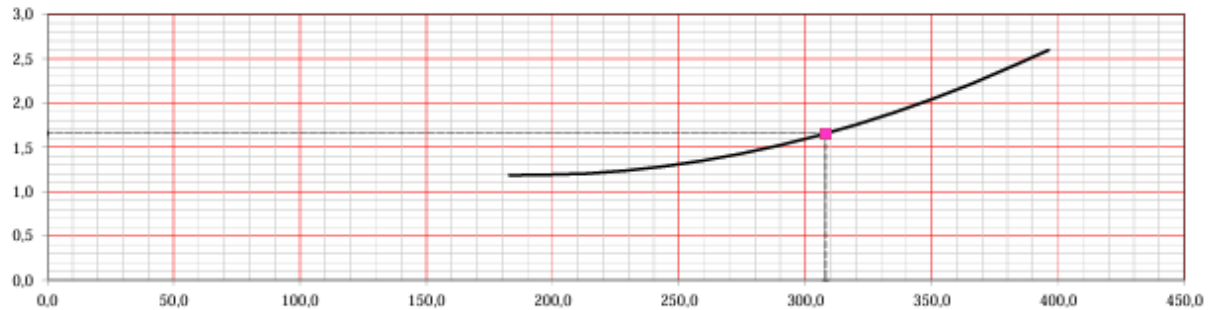
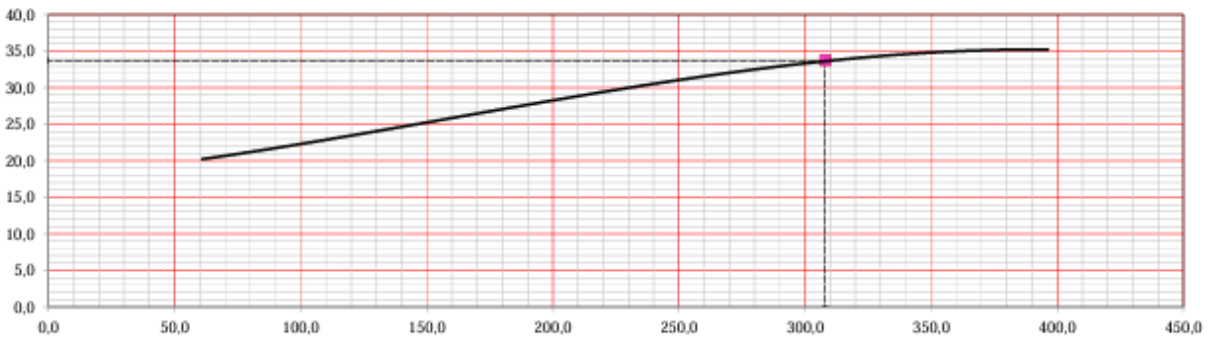
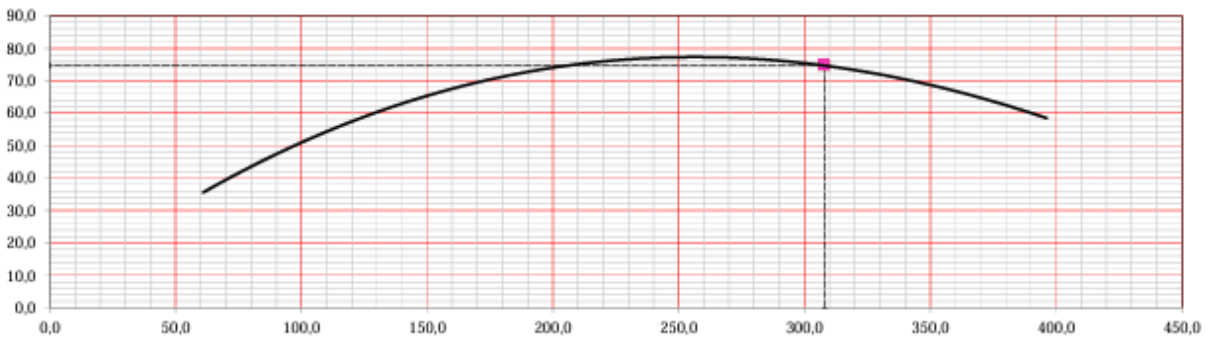
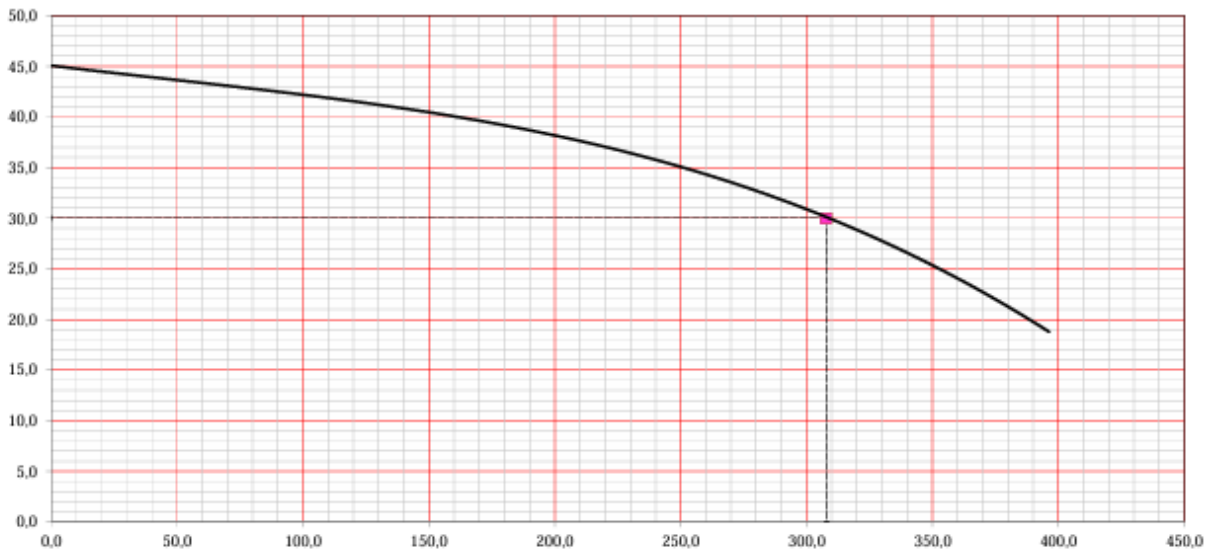


D) BOMBAS DE LAVADO ULTRAFILTRACIÓN

REF.: LAVADO ULTRAFILTRACION (RETROLAVADO)				Motor	KW 45 4p Gr. 225M
Customer				Reference	
Pump specifications					
Pump Type:	HMV 150.B / 1 R	Impeller	ϕ Design (mm)		
Max liquid temperature [°C]	90	Capacity Q	Min [m=3/h]	215,6	
Direction of nozzles	19		Nominal [m=3/h]	308,0	
Suction Flange	UNI PN 16 DN 250	Head H	Max [m=3/h]	338,8	
Discharge Flange	UNI PN 64 DN 150		at Q Min [m]	37,5	
Max suction pressure	16 bar	Duty Point NPSH	Nominal [m]	30,0	
Max delivery pressure	64 bar		at Q Max [m]	26,6	
Ball bearing lubrication	GREASE	Power P [kW]		33,7	
Duty Point NPSH	1,7 m	Efficiency η [%]		74,6	
Pump Weight (kg)	720	RPM:		1480	
Liquid specifications					
Liquid type	--	Viscosity [cSt]		--	
Temperature design [°C]	90				
Temperature min [°C]	--	PH		--	
Temperature max [°C]	--				
Vapor pressure [bar]	--	H2S concentration [ppm]		--	
Relative density S.G.	1	Corrosive/Erosive agent		--	
Materials					
Execution	4			Seal	
Impeller	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Seal	Unbalanced mech. seal
Diffuser	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Manufacturer	Eagle-Burgmann
Stage Casing	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Rotating Ring	
Discharge Casing	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Stationary Ring	
Suction Casing	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Secondary Seal	--
Bearing housing	EN (G G25) - ASTM (A48 : Nr.35)			Springs	AISI316
Wear rings	Delrin (T° < 100°C) / Ferroform (T° > 100°C)			OR	EPDM
Shaft	EN (X 30 Cr13) ASTM (420)			Notes	--
Shaft Sleeve	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)				
Balance piston	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)				
Motor data				Coupling	
Manufacturer				Manufacturer	--
Design	B5	Voltage [V]	400V	Series	--
Type	F4 225M	Current [A]	--	Type	--
Nom. Power	KW 45	Protection	--	Frame size	--
Speed [rpm]	1480	Class	IE3	Spacer length	--
Material	CAST IRON			Weight [kg]	--
Weight [kg]	326				



Q (m³/h) 308 - H (m.) 30 - Power [kW] 33,7 - Efficiency % 74,6 - NPSH (m.) 1,7



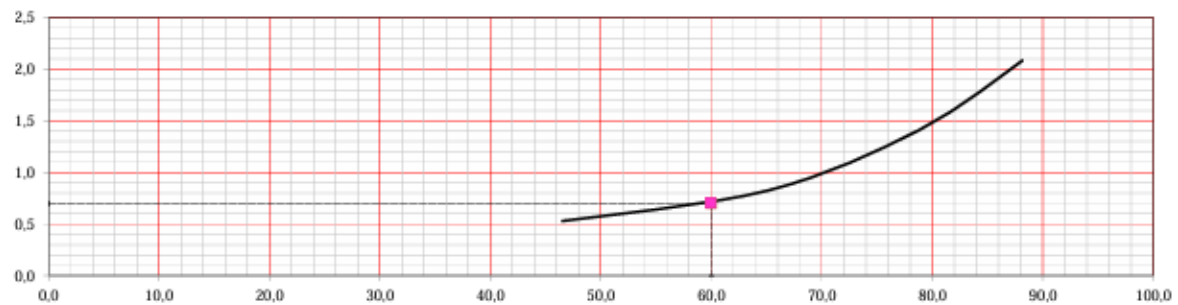
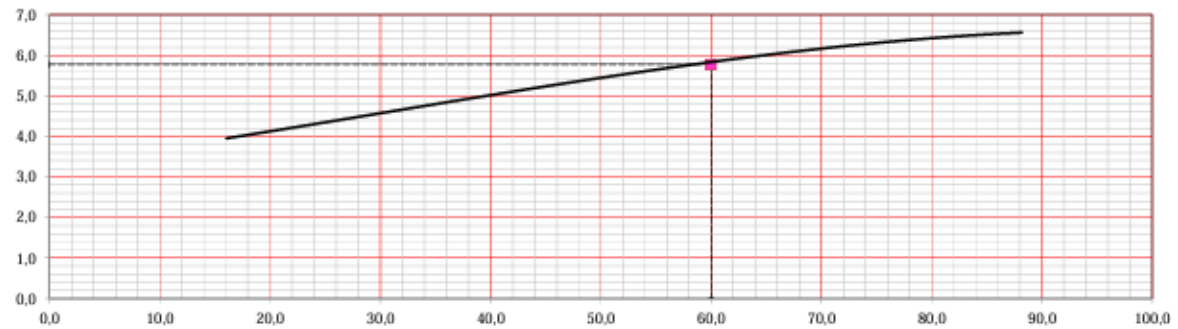
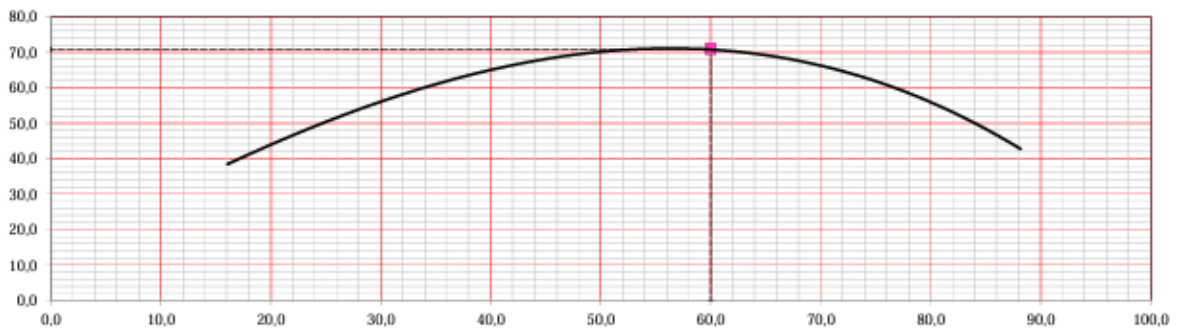
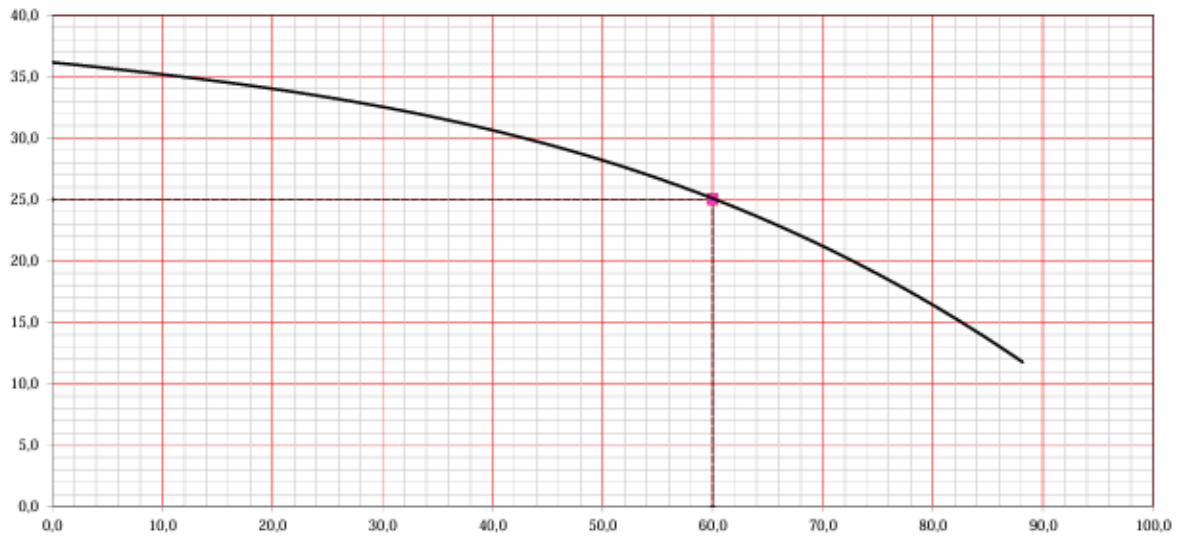
Please observe: Valid for: $\rho=1$ (kg/dm³), viscosity ≤ 20 mm²/sec)

Capacity Q [m³/h]

E) BOMBAS DE LAVADO QUIMICO UF

REF.: LAVADO ULTRAFILTRACION				Motor	KW 7,5 4p Gr. 132M
Customer		Reference			
Pump specifications					
Pump Type:	HMV 80.C / 2 R		Impeller	∅ Design [mm]	
Max liquid temperature [°C]	90				
Direction of nozzles	19		Capacity Q	Min [m=3/h]	
Suction Flange	UNI PN 16 DN 125			42,0	
Discharge Flange	UNI PN 64 DN 80			Nominal [m=3/h]	
Max suction pressure	16 bar			60,0	
Max delivery pressure	64 bar		Head H	Max [m=3/h]	
Ball bearing lubrication	GREASE			29,9	
Duty Point NPSH	0,7 m			at Q Min [m]	
Pump Weight [kg]	166		Nominal [m]		25,0
			at Q Max [m]		23,0
			Power P [kW]		5,8
			Efficiency η [%]		70,7
			RPM:		1450
Liquid specifications					
Liquid type	--		Viscosity [cSt]	--	
Temperature design [°C]	90				
Temperature min [°C]	--		PH	--	
Temperature max [°C]	--				
Vapor pressure [bar]	--		H2S concentration [ppm]		--
Relative density S.G.	1		Corrosive/Erosive agent		--
Materials					
Execution	4			Seal	
Impeller	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Seal	Unbalanced mech. seal
Diffuser	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Manufacturer	Eagle-Burgmann
Stage Casing	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Rotating Ring	
Discharge Casing	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Stationary Ring	
Suction Casing	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Secondary Seal	--
Bearing housing	EN (G G25) - ASTM (A48 : Nr.35)			Springs	AISI316
Wear rings	Delrin (T°< 100°C) / Feroform (T°>100°C)			OR	EPDM
Shaft	EN (X 30 Cr13) ASTM (420)			Notes	--
Shaft Sleeve	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)				
Balance piston	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)				
Motor data				Coupling	
Manufacturer				Manufacturer	--
Design	B5	Voltage [V]	400V	Series	--
Type	F4 132M	Current [A]	--	Type	--
Nom. Power	KW 7,5	Protection	--	Frame size	--
Speed [rpm]	1450	Class	IE3	Spacer length	--
Material	CAST IRON			Weight [kg]	--
Weight [kg]	74				

Q (m³/h) 60 - H (m.) 25 - Power [kW] 5,8 - Efficiency % 70,7 - NPSH (m.) 0,7



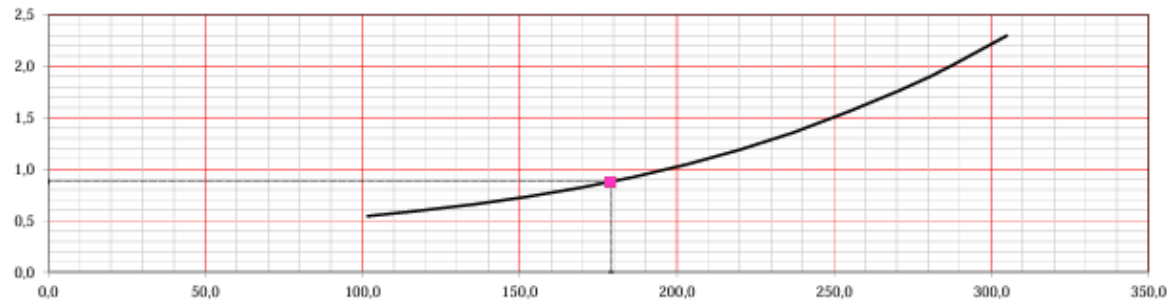
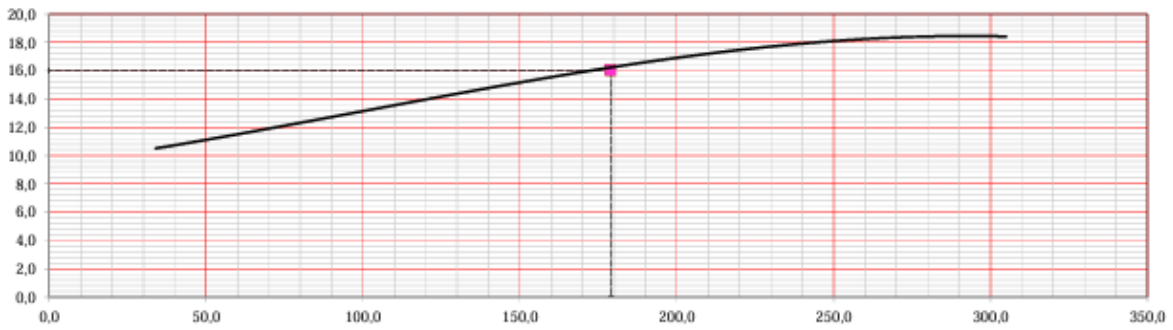
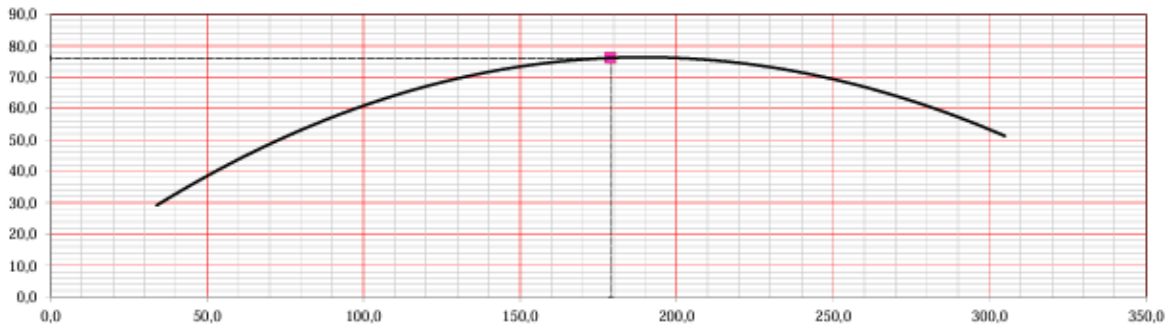
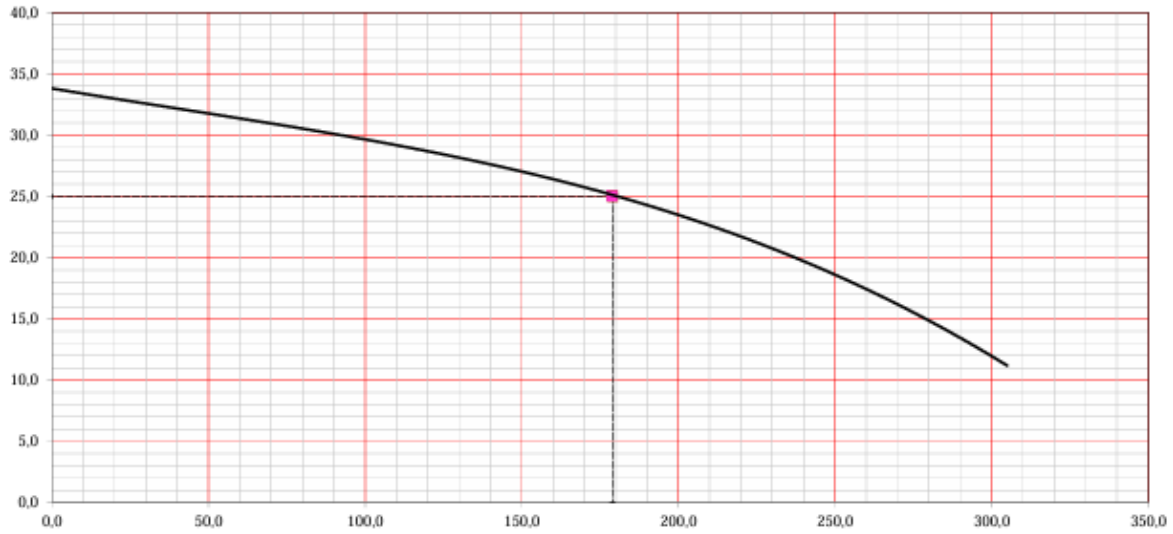
Please observe: Valid for: $\rho=1$ (kg/dm³), viscosity ≤ 20 mm²/sec
Consultar valores máximos en ficha técnica

Capacity Q [m³/h]

F) BOMBAS DE LAVADO QUIMICO OI

REF.: LAVADO QUIMICO OSMOSIS INVERSA				Motor	KW 22 4p Gr. 180L
Customer				Reference	
Pump specifications					
Pump Type:	HMV 125.C / 1 R		Impeller	ø Design [mm]	
Max liquid temperature [°C]	90		Capacity Q	Min [m=3/h]	125,3
Direction of nozzles	19			Nominal [m=3/h]	179,0
Suction Flange	UNI PN 16 DN 200		Head H	at Q Min [m]	28,4
Discharge Flange	UNI PN 64 DN 125			Nominal [m]	25,0
Max suction pressure	16 bar		Power P [kW]	at Q Max [m]	23,7
Max delivery pressure	64 bar			Efficiency η [%]	76,1
Ball bearing lubrication	GREASE		RPM:	1480	
Duty Point NPSH	0,9 m				
Pump Weight [kg]	401				
Liquid specifications					
Liquid type	--		Viscosity [cSt]	--	
Temperature design [°C]	90		PH	--	
Temperature min [°C]	--		H2S concentration [ppm]	--	
Temperature max [°C]	--		Corrosive/Erosive agent	--	
Vapor pressure [bar]	--				
Relative density S.G.	1				
Materials					
Execution	4			Seal	
Impeller	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Unbalanced mech. seal	
Diffuser	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Manufacturer	Eagle-Burgmann
Stage Casing	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Rotating Ring	
Discharge Casing	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Stationary Ring	
Suction Casing	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)			Secondary Seal	--
Bearing housing	EN (G G25) - ASTM (A48 : Nr.35)			Springs	AISI316
Wear rings	Delrin (T° < 100°C) / Ferroform (T° > 100°C)			OR	EPDM
Shaft	EN (X 30 Cr13) ASTM (420)			Notes	--
Shaft Sleeve	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)				
Balance piston	EN (X2CrNiMo1712) ASTM (316L)				
Motor data				Coupling	
Manufacturer				Manufacturer	--
Design	B5	Voltage [V]	400V	Series	--
Type	F4 180L	Current [A]	--	Type	--
Nom. Power	KW 22	Protection	--	Frame size	--
Speed [rpm]	1480	Class	IE3	Spacer length	--
Material	CAST IRON			Weight [kg]	--
Weight [kg]	184				

Q (m³/h) 179 - H (m.) 25 - Power [kW] 16,0 - Efficiency % 76,1 - NPSH (m.) 0,9



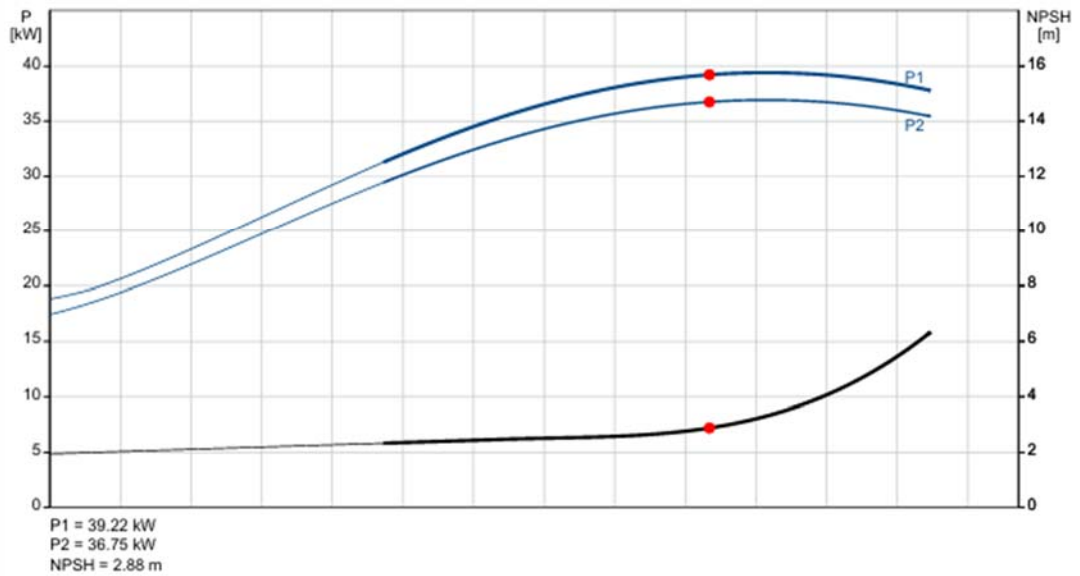
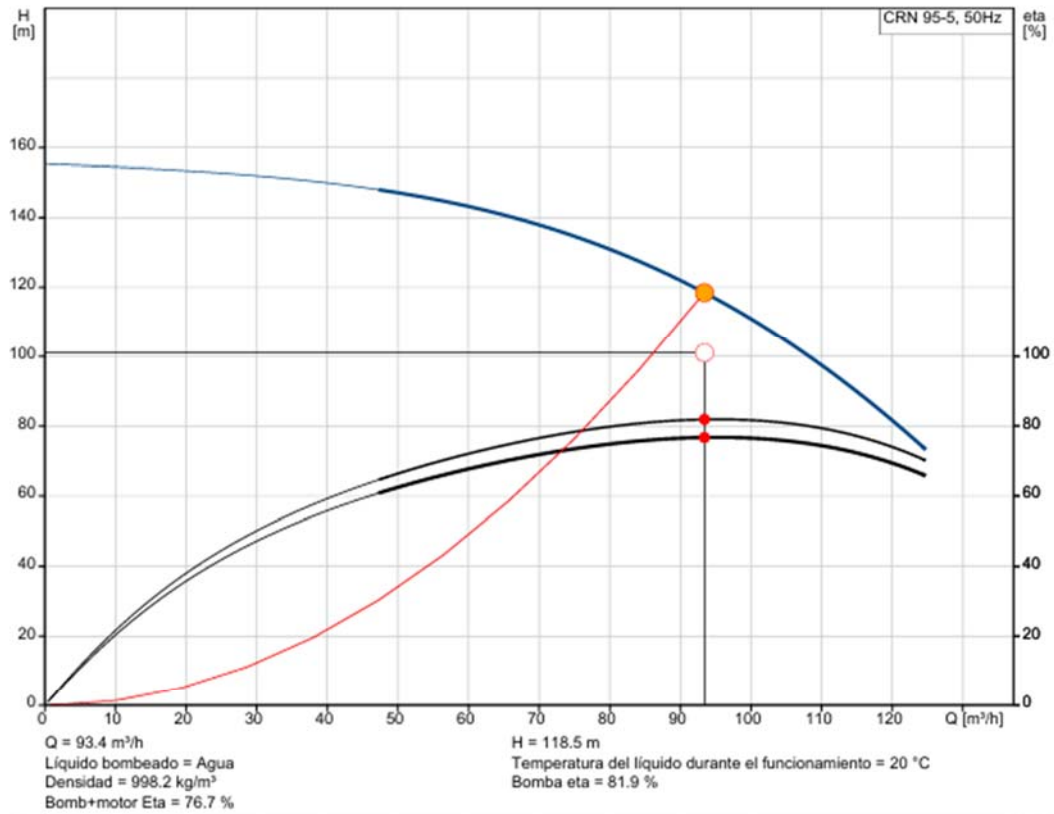
Please observe: Valid for: $\rho=1$ (kg/dm³), viscosity ≤ 20 mm²/sec)
Conversion values according to ISO 9906 Grade 3B.

Capacity Q [m³ / h]

G) BOMBAS DE ALTA PRESIÓN

Líquido:	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	-20 .. 120 °C
Temperatura del líquido durante el funcionamiento:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m ³
Viscosidad cinemática:	1 mm ² /s
Técnico:	
Velocidad predeterminada:	2965 rpm
Caudal real calculado:	93.4 m ³ /h
Altura resultante de la bomba:	118.5 m
Orientación de bomba:	Vertical
Disp. de cierre:	Single
Cierre primario:	HQQE
Código del cierre:	HQQE
Homologaciones:	CE, UKCA, SEPRO
Homologaciones para agua potable:	ACS
Tolerancia de curva:	ISO9906:2012 3B
Materiales:	
Base:	Stainless steel EN 1.4408 ASTM A351 CF8M
Impulsor:	Acero inoxidable EN 1.4401 AISI 316
Rodamiento:	WC/WC
Rodamiento de soporte:	Grafcon
Material certificado conforme a:	European standards
Instalación:	
Temperatura ambiente máxima:	55 °C
Presión de trabajo máxima:	16 bar
Presión máxima a la temp. declarada:	16 bar / 120 °C
Tipo de conexión:	DIN
Tamaño de la conexión de entrada:	DN 100

Datos eléctricos:	
Normativa de motor:	IEC
Tipo de motor:	INNOMOTICS
Potencia nominal - P2:	37 kW
Potencia (P2) requerida por la bomba:	37 kW
Frecuencia de red:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 380-420D/660-725Y V
Intensidad nominal:	65/37.5 A
Intensidad de arranque:	710 %
Cos phi - factor de potencia:	0.88
Velocidad nominal:	2955 rpm
Eficiencia:	IE3 93,7%
Clase eficiencia IE:	IE3
Eficiencia del motor a carga total:	93.7 %
Eficiencia del motor a una carga de 3/4:	94.2 %
Eficiencia del motor a una carga de 1/2:	94.0 %
Número de polos:	2
Grado de protección (IEC 34-5):	IP55
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Motor N.º:	81U15334
Paneles control:	
Frequency converter:	None
Otros:	
Posición de caja de conexiones:	6
Índice de eficiencia mínima, IE min:	0.70
Peso neto:	376 kg
Peso bruto:	440 kg
Volumen de transporte:	1.14 m ³
VVS danés n.º:	386935250
Finés:	4925619
Dispositivo de gestión de empuje:	N



H) BOMBAS BOOSTER DE RECUPERADORES DE ENERGÍA

Líquido:	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	-20 .. 120 °C
Temperatura del líquido durante el funcionamiento:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m ³
Viscosidad cinemática:	1 mm ² /s
Técnico:	
Velocidad predeterminada:	2941 rpm
Caudal real calculado:	85.41 m ³ /h
Altura resultante de la bomba:	24 m
Orientación de bomba:	Vertical
Disp. de cierre:	Single
Cierre primario:	HQQE
Código del cierre:	HQQE
Homologaciones:	CE, UKCA, SEPRO
Tolerancia de curva:	ISO9906:2012 3B
Materiales:	
Base:	Stainless steel EN 1.4408 ASTM A351 CF8M
Impulsor:	Acero inoxidable EN 1.4401 AISI 316
Rodamiento:	WC/WC
Rodamiento de soporte:	Graflon
Material certificado conforme a:	European standards
Instalación:	
Temperatura ambiente máxima:	50 °C
Presión de trabajo máxima:	16 bar
Presión máxima a la temp. declarada:	16 bar / 120 °C
Tipo de conexión:	DIN
Tamaño de la conexión de entrada:	DN 100
Tamaño de la conexión de salida:	DN 100

Datos eléctricos:

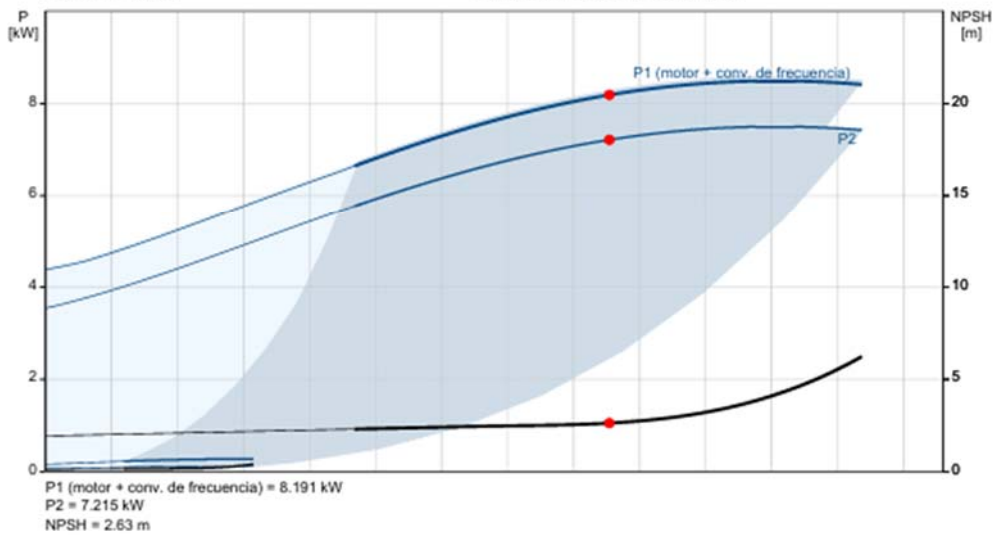
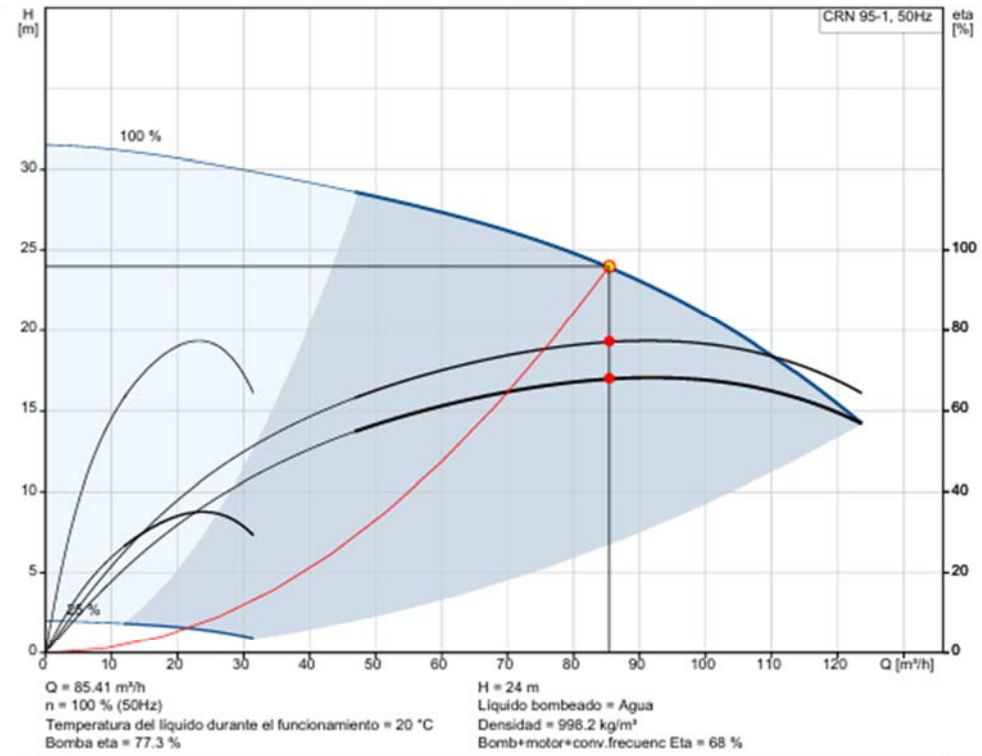
Normativa de motor: IEC
Tipo de motor: INNOMOTICS
Potencia nominal - P2: 7.5 kW
Potencia (P2) requerida por la bomba: 7.5 kW
Frecuencia de red: 50 Hz
Tensión nominal: 3 x 415D V
Intensidad nominal: 14 A
Intensidad de arranque: 770 %
Cos phi - factor de potencia: 0.85
Velocidad nominal: 2940 rpm
Clase eficiencia IE: IE3
Eficiencia del motor a carga total: 90.1 %
Eficiencia del motor a una carga de 3/4: 90.1 %
Eficiencia del motor a una carga de 1/2: 88.0 %
Número de polos: 2
Grado de protección (IEC 34-5): IP55
Clase de aislamiento (IEC 85): F
Motor N.º: 93125847

Paneles control:

Frequency converter: None

Otros:

Posición de caja de conexiones: 6
Índice de eficiencia mínima, IE min: 0.70
Peso neto: 160 kg
Peso bruto: 203 kg
Volumen de transporte: 0.611 m³
Dispositivo de gestión de empuje: N



I) BOMBAS IMPULSIÓN AGUA PRODUCTO



Customer

REF.: IMPULSION AGUA PRODUCTO

Pump Type:	PZ86/5/30/6	Max.	58,40
Pump size [inch]	8	Power P (kW)	58,00
Column size [inch]	5	at nominal Q	
Impeller ø Design [mm]	FULL	At BEP [L/S]	46,00
Rated RPM	2975	Capacity Q	154,0
Efficiency η [%] at BEP	76,0	Min [L/S]	42,6
Nominal capacity [L/S]	39	Max [L/S]	100,0
Head [m] at nominal Q	111,0	At BEP [m]	108,3
Efficiency η [%] at nominal Q	73,2	Head H	42,6
NPSH at nominal Q [m]	0,0	At Q Min [m]	165,0
		At Q Max [m]	
		Shut off [m]	

Liquid specifications

Liquid type	--	Viscosity [cSt]	--
Temperature design [°C]	90	PH	--
Temperature min [°C]	--	H2S concentration [ppm]	--
Temperature max [°C]	--	Corrosive/Erosive agent	--
Vapor pressure [bar]	--		
Relative density S.G.	1,00		

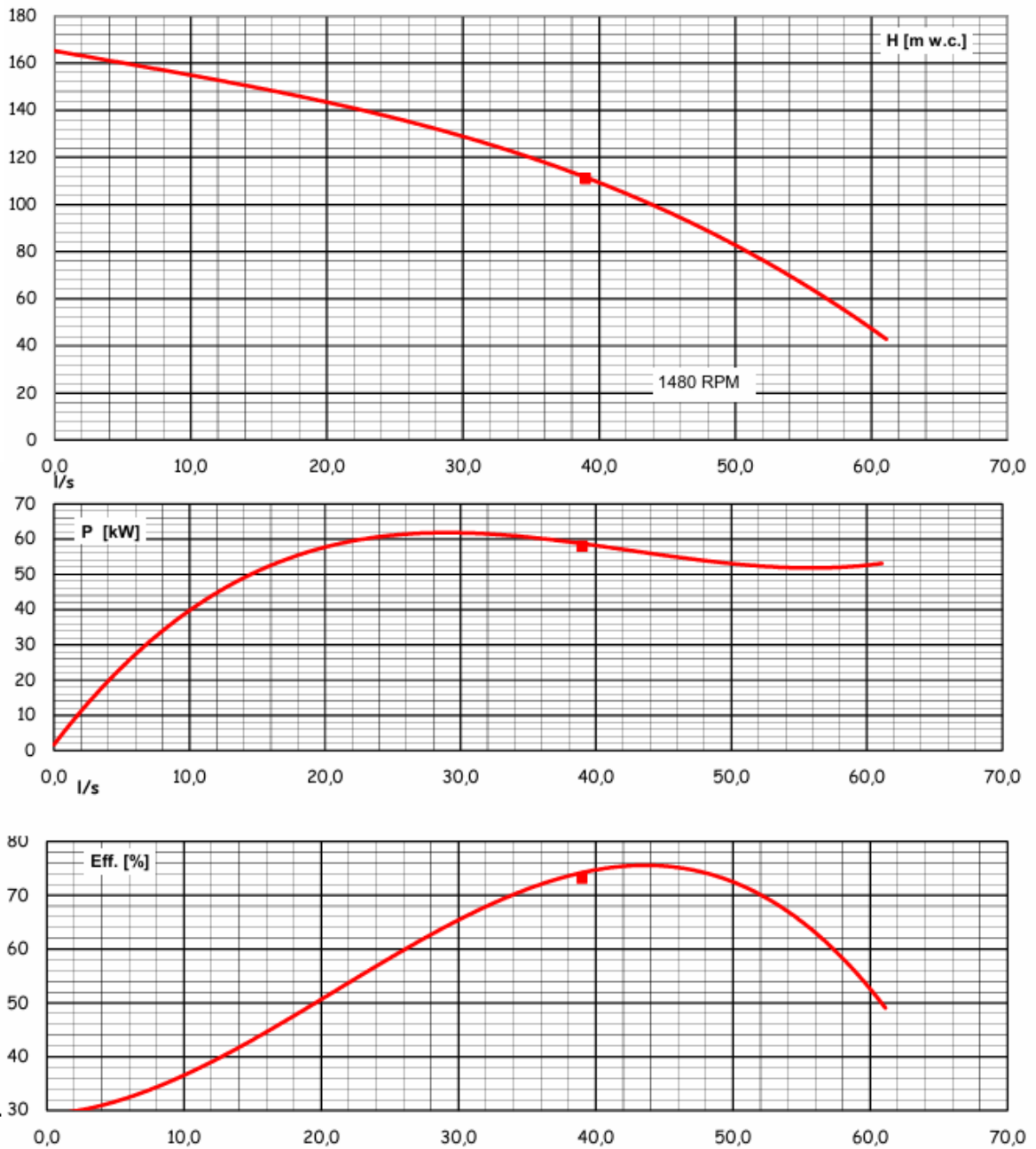
Construction

Main Components	Materials	Construction features	Type
Impeller	Stainless steel AISI316L	Discharge Flange	PN25 – DN125
Bushing	Peek	Drive head sealing	SOFT PACKING
Pump casing	Stainless steel AISI316L	Shaft couplings	CONICAL SYSTEM
Pump / column / drive head shaft	Stainless steel AISI316L	Drive head bearing lubrication	GREASE
Discharge casing and motor support	SS AISI316L + Cast iron GGG40	Column bearing lubrication	FLUID PUMPED
Column	SS AISI316L	Column flange	FLANGED
Pump filter	Stainless steel AISI316L	Pump RAL	---

Motor data

Design		Temp. rise class	B
Type	V1	Voltage [V]	400
Nom. Power [kW]	75	Speed [rpm]	2980
Frequency [Hz.]	50	Efficiency at full load [%]	
No. of pole	2	Power factor	
Protection	IP55	Nominal Current [A]	
Insulation Class	F	Service factor	

Notes



Caratteristiche motore - Motor specifications

		V	Poli Poles	Hz	cosφ			Eff. %			Tolleranze Tolerances
kW	cv				4/4	3/4	2/4	4/4	3/4	2/4	
75,0			2							ISO 9906 - Grade 3	

J) BOMBAS AGUA RECHAZOS

Líquido:
Líquido bombeado: Agua
Rango de temperatura del líquido: -20 .. 120 °C
Temperatura del líquido durante el funcionamiento: 20 °C
Densidad: 998.2 kg/m³
Viscosidad cinemática: 1 mm²/s

Técnico:
Velocidad predeterminada: 2970 rpm
Caudal real calculado: 64.92 l/s
Altura resultante de la bomba: 69.89 m
Orientación de bomba: Vertical
Disp. de cierre: Single
Cierre primario: HQQE
Código del cierre: HQQE
Homologaciones: CE, UKCA, SEPRO
Homologaciones para agua potable: ACS
Tolerancia de curva: ISO9906:2012 3B

Materiales:
Base: Stainless steel
EN 1.4408
ASTM A351 CF8M
Impulsor: Acero inoxidable
EN 1.4401
AISI 316
Rodamiento: WC/WC
Rodamiento de soporte: Graflon
Material certificado conforme a: European standards

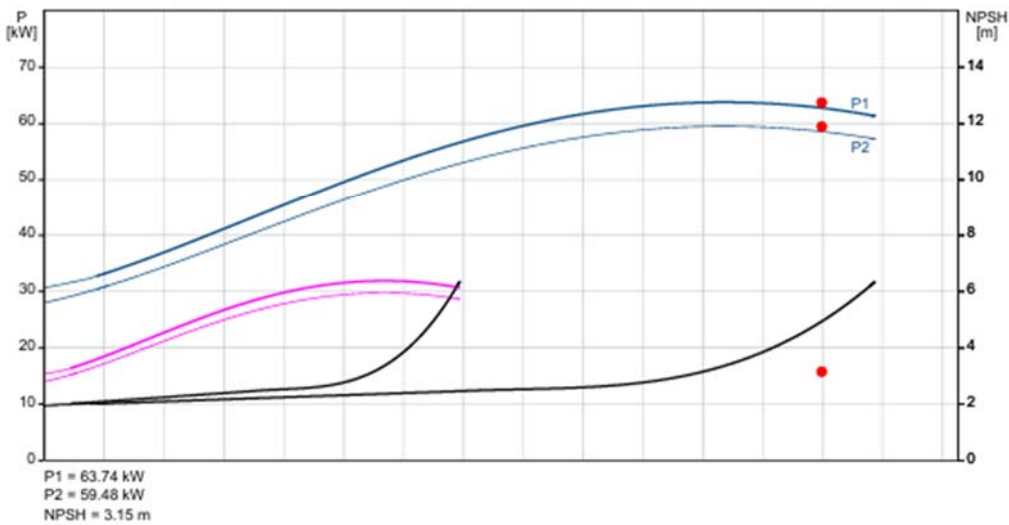
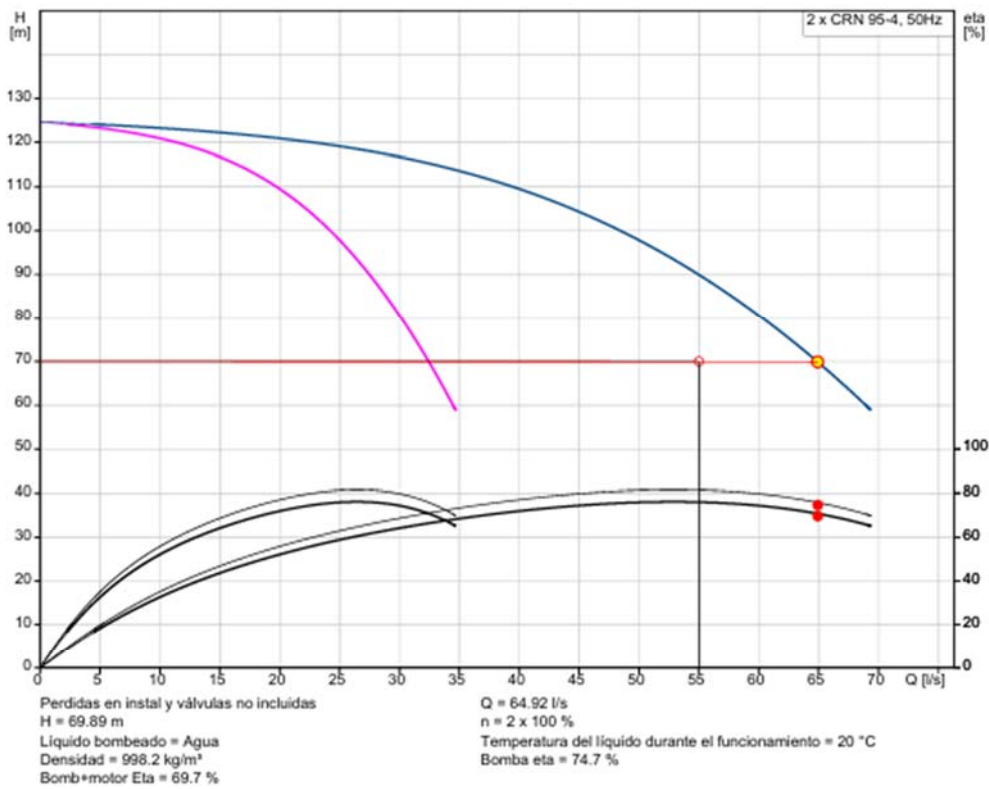
Instalación:
Temperatura ambiente máxima: 55 °C
Presión de trabajo máxima: 16 bar
Presión máxima a la temp. declarada: 16 bar / 120 °C
Tipo de conexión: DIN
Tamaño de la conexión de entrada: DN 100

Tamaño de la conexión de salida: DN 100
Presión nominal para la conexión: PN 16
Tamaño de la brida del motor: FF350

Datos eléctricos:
Normativa de motor: IEC
Tipo de motor: INNOMOTICS
Potencia nominal - P2: 30 kW
Potencia (P2) requerida por la bomba: 30 kW
Frecuencia de red: 50 Hz
Tensión nominal: 3 x 380-420D/660-725Y V
Intensidad nominal: 53/31 A
Intensidad de arranque: 700 %
Cos phi - factor de potencia: 0.87
Velocidad nominal: 2955 rpm
Eficiencia: IE3 93,3%
Clase eficiencia IE: IE3
Eficiencia del motor a carga total: 93.3 %
Eficiencia del motor a una carga de 3/4: 93.5 %
Eficiencia del motor a una carga de 1/2: 92.9 %
Número de polos: 2
Grado de protección (IEC 34-5): IP55
Clase de aislamiento (IEC 85): F
Motor N.º: 81U15332

Paneles control:
Frequency converter: None

Otros:
Posición de caja de conexiones: 6
Índice de eficiencia mínima, IE min: 0.70
Peso neto: 345 kg
Peso bruto: 409 kg
Volumen de transporte: 1.14 m³
VVS danés n.º: 386935240
Finés: 4925618
Dispositivo de gestión de empuje: N



K) ENSAMBLAJE

La bomba y el motor eléctrico se montan sobre una base soldada de acero y se une mediante una junta flexible protegida mediante un guarda acoplamiento.

Pruebas en fábrica:

Antes de la instalación definitiva del grupo será ensayado su adecuado funcionamiento en un banco de pruebas, que podrá ser del mismo fabricante si así lo acepta la Dirección de Obra, a la vista de la solvencia y garantía del mismo, o bien en un laboratorio oficial designado por aquel, en caso de duda razonable. Se determinarán con exactitud los rendimientos y puntos de la curva característica en al menos 5 puntos de la misma y en todos ellos estos valores serán al menos los indicados en el anejo de cálculos hidráulicos.

Antes de realizar el pedido, la Dirección de Obra establecerá un protocolo de pruebas, pero en cualquier caso se estable para las pruebas de funcionamiento el level B del Hydraulic Institute para las tolerancias admisibles.

Pruebas en obra

Una vez instalados los equipos en obra se realizarán los siguientes ensayos definitivos:

- Consumo de energía. La duración del ensayo será de treinta minutos midiéndose los consumos de energía activa y reactiva. La relación entre la segunda y la primera será inferior a 0.61 lo que equivale a un coseno de 0.85.
- Funcionamiento general. El conjunto de la instalación será probado para determinar su correcto funcionamiento. Estas pruebas se harán en presencia del Director de las Obras quien determinará el número y características de los ensayos.

5.15.2. EJECUCIÓN

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieran para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.15.3. CONTROL DE CALIDAD

De forma general y en todo el material descrito en este apartado, se realizarán dos tipos de ensayos; uno individual del motor y de la bomba en las plataformas de pruebas de sus fabricantes respectivos, y otro, una vez acoplados en su ubicación definitiva.

Se realizarán los siguientes ensayos en presencia de personal de la Dirección de Obra en las instalaciones del fabricante:

- Prueba hidrostática del cuerpo
- Pruebas de funcionamiento, estanqueidad y del cierre mecánico si esta especificado según EN9906 e ISO 5199
- Prueba de temperatura de Cojinetes según EN9906 grado 2 tabla 10

- Comprobación de vibraciones para montaje rígido zonas A/B de ISO10816- tabla A.3
- Comprobación de dimensiones del montaje, bancada, alineaciones y bridas
- Pruebas de funcionamiento en banco incluyendo calentamiento para un motor de cada tipo y potencia, (IEC 34 VDE/UNE) concretamente:
 - o Corto-circuito
 - o Vacio
 - o Calentamiento
 - o Rendimiento a 1/2, 3/4 y 4/4 carga
 - o Factor de potencia a 1/2, 3/4 , 4/4 carga
 - o Pérdidas totales
 - o Deslizamiento
 - o Par Máximo
 - o Par de Apriete
 - o Rigidez Dieléctrica
 - o Nivel de Aislamiento
 - o Verificación temperatura en cojinetes y colocación de sondas en devanados y cojinetes cuando este así especificado
 - o Nivel de ruidos
 - o Comprobación de vibraciones axiales y radiales en vacío aplicándose el IEC 34-14
 - o Comprobación de placa característica
- Pruebas de funcionamiento en banco con ensayos de rutina en el resto de los motores (IEC 34 VDE/UNE) concretamente:
 - o Corto-circuito
 - o Vacio
 - o Rendimiento a plena carga
 - o Factor de potencia a plena carga
 - o Deslizamiento
 - o Resistencia eléctrica devanados a temperatura ambiente
 - o Rigidez Dieléctrica
 - o Nivel de Aislamiento
 - o Nivel de ruidos
 - o Temperatura en cojinetes
 - o Comprobación de vibraciones axiales y radiales en vacío y plena carga aplicándose el IEC 34-14
 - o Comprobación de placa característica
 - o Si se acciona con variador se realizarán al 50%, 75% y 100% de carga nominal los ensayos de rendimiento, factor de potencia, deslizamiento, y temperatura en cojinetes

Instalados en su ubicación definitiva del grupo motor-bomba, se comprobará, que no presentan cavitación ni vibraciones, temperatura de cojinetes, caudal bombeado y potencia absorbida.

5.15.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.16. COMPRESORES

5.16.1. MATERIALES

Los equipos que proporcionan aire comprimido para alimentación del calderín, serán de reconocida calidad entre los existentes en el mercado, debiendo contar con la aprobación expresa del Director de la Obra.

Estará marcado de forma ilegible e indeleble, los siguientes datos:

- Marca del fabricante.
- Características técnicas del compresor.
- Características técnicas del motor
- Presiones nominales y de servicio
- Marcado de homologación CE.

Los distintos componentes del sistema cumplirán:

El compresor tendrá las características suficientes (caudal, presión y potencia) para ser capaz de rellenar completamente el calderín en menos de 30 minutos, partiendo de vacío.

Serán en concreto de las siguientes características:

- del tipo bicilindrico
- refrigerado por aire de simple efecto
- doble etap
- para un caudal efectivo de 230l/min a 25bar
- con motor trifasico IP55 de 4cv a 400v,
- sobre bastidor metalico sin calderin,
- presostato de seguridad,
- descargador centrifugo,
- valvula de retención
- electrovalvula para arranque en vacío.

Las tuberías y accesorios serán roscados de acero inoxidable.

Los materiales y equipos además de ser de marcas de reconocido prestigio, deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las Normas Tecnológicas, en el Reglamento de baja tensión, así como las normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control, o en su defecto a las normas UNE correspondientes.

El equipo y los materiales dispondrán de un certificado de origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones.

5.16.2. EJECUCIÓN

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieren para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.16.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.17. VENTILADORES Y EXTRACTORES

5.17.1. MATERIALES

Los ventiladores ha disponer serán electroventiladores helicoidales, accionados mediante motores eléctricos blindados normalizados con protección IP-44 aislamiento clase E.

Las hélices estarán formadas por aletas de chapa de acero estampadas y remachadas a una cruceta rígida central, con refuerzos para evitar su deformación por el efecto dinámico del aire.

El acoplamiento de la hélice al motor se efectúa por medio de tornillo y prisionero.

El aro difusor será estampado en chapa de acero, con curvatura perimetral que orienta la vena fluída de aire eliminando turbulencia, de fácil sujeción y montaje. El soporte del motor estará construido en chapa de acero e íntimamente unida al aro mediante soldadura entre sí.

Todas las partes metálicas se hallan protegidas por pintura epoxídica.

Las características técnicas serán:

- Tipo: Ventilador mural.
- Velocidad: 1420 r.p.m.
- Caudal máximo. 48.000 m³/h.
- Nivel de ruido: 45 dB.
- Motor: eléctrico trifásico, con rodamiento a bolas y engrase permanente.
- Tensión: 400 V y 50 Hz.

- Aislamiento: clase E.
- Protección: IP-44.

Los extractores serán de características generales iguales a los anteriores y de particulares

- Tipo: Ventilador mural.
- Velocidad: 810 r.p.m.
- Caudal máximo. 50.000 m³/h.
- Tensión: 400 V y 50 Hz.
- Aislamiento: clase E.
- Protección: IP-44.

5.17.2. EJECUCIÓN

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieran para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.17.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.18. PUENTES GRÚAS

5.18.1. MATERIALES

Se instalarán los siguientes equipos:

- Polipasto monoviga de 3 tn de capacidad de elevación, con 100 metros de línea eléctrica blindada en la caseta de salida.
- Polipasto monoviga de 2 tn de capacidad de elevación, con 100 metros de línea eléctrica blindada en la caseta de salida.

Se dispondrán finales de carrera tanto en los movimientos de traslación como de elevación.

El tratamiento de protección de las partes metálicas será:

- Chorreado de arena grado 2.5 norma SIS.
- Capa de pintura antioxidante en dos manos y capa de esmalte sintético.

5.18.2. EJECUCIÓN

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieren para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.18.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.19. CALDERINES ANTIARIEETE

5.19.1. MATERIALES

Se instalarán junto a la estación de bombeo, y su misión es la de protección frente al golpe de ariete. Tanto los materiales como el proceso de fabricación cumplirá el "Reglamento de Aparatos a Presión", estando registrado por la Dirección de Administración e Industrial

Se instalará un calderín en la impulsión del agua producto y otro en la impulsión del agua de rechazo.

Impulsión Agua Producto:

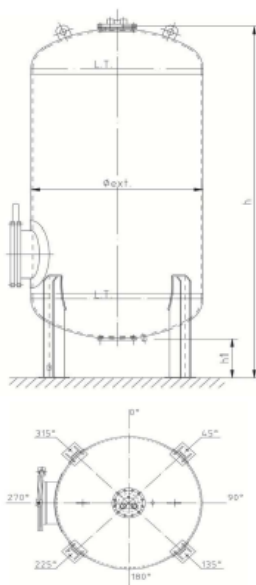
Calderín de vejiga antiarriete de 5,0 m³ y PN16 (16 kg/cm²), sin bypass, que se conectará mediante tubería de calderería de acero galvanizado DN300 y PN16, al citado colector, con un carrete de desmontaje DN300 y una válvula de mariposa manual DN300 y PN16.

Impulsión Agua de Rechazo:

Calderín de vejiga antiarriete de 3,0 m³ y PN10 (10 kg/cm²), sin bypass, mediante tubería de calderería de acero galvanizado DN200 y PN10, con un carrete de desmontaje DN200 y una válvula de mariposa manual DN200 y PN10.

Sus características serán las siguientes:

Calderín Antiarriete de 2.000L hasta 25.000L VERTICAL



Características técnicas

Directiva de equipos a presión: (PED) 97/23/CE
Presión: Servicio/Proyecto = 10, 16, 25, 40, 64 bar
Temperatura: Servicio/Proyecto = 20°C / 50°C
Radiografía: 10% (incluyendo las intersecciones)
Materiales: S275JR/EN10025-2 (cuerpo + fondos abombados)

Características constructivas

- Puerta para inspección DN200 (fondo abombado superior)
- Boca de hombre DN500 (cuerpo)
- Entrada/salida de agua en fondo abombado inferior (DN varía en función de la capacidad del calderín)
- Purga Ø 1" (fondo abombado inferior)
- Tomas (2) para conexión a nivel
- Orejetas (2) de elevación
- Tomas para las conexiones de la válvula de seguridad, manómetro y entrada de aire.

Acabados


Interior	Exterior
Granallado hasta grado SA2,5 (ISO 8501-1)	Granallado hasta grado SA2,5 (ISO 8501-1)
Recubrimiento epoxi - 250 micras	Recubrimiento epoxi/poliuretano - 120 micras

Equipamiento de serie

Válvula de seguridad /Manómetro

Opcional

- Vejiga interior de poliuretano/butilo/EPDM
- Sistema de aire (compresor)
- Nivel visual o magnético
- Válvula de regulación de aire automática
- Válvula de retención perforada
- Codo 90°



Capacidad (litros)	Presión (bar)	Ø Ext. (mm)	Altura (mm)	h1 (mm)	Apoyo (uds.)	Boca de hombre (DN 500)
2.000	10/16/25/40	1.100	3.000	350	4	Si
3.000	10/16/25/40	1.100	4.050	350	4	Si
4.000	10/16/25/40	1.273	4.560	350	4	Si
5.000	10/16/25/40	1.600	3.350	350	4	Si
6.000	10/16/25/40	1.600	3.850	350	4	Si
7.000	10/16/25/40	1.800	4.450	350	4	Si
8.000	10/16/25/40	2.069	4.300	350	4	Si
10.000	10/16/25/40	2.069	4.000	350	4	Si
12.000	10/16/25/40	2.150	4.550	350	4	Si
15.000	10/16/25/40	2.150	5.130	350	4	Si
18.000	10/16/25/40	2.150	5.950	350	4	Si
20.000	10/16/25/40	2.545	5.080	350	4	Si
25.000	10/16/25/40	2.545	6.060	350	4	Si

Las uniones entre chapas se harán por soldadura eléctrica a tope tanto interior como exteriormente, realizadas de acuerdo con la Central Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.

Irá apoyado sobre cuatro patas soldadas al cuerpo y estará construido con dos extremos elípticos unidos por soldadura a un cuerpo cilíndrico.

Dispondrá de boca de hombre y bridas de conexión.

Llevará una placa indicativa adosada en la que se indique:

- Presión de prueba.
- Presión de timbre.
- Capacidad (m³).
- Fecha de pruebas.
- Número de registro y fabricación.
- Nombre del producto y fabricante.

El sistema estará formado por los siguientes elementos:

- Sondas de nivel.
- Presostato para control.
- Conjunto de válvulas de purga.
- Solenoide.
- Racord de 1/2" NPT.
- Racord de 1/2" para nivel óptico.

- Nivel óptico con tubo de vidrio.
- Transductor de presión diferencial de 1200 mm. y 5 contacto de funcionamiento (1 de funcionamiento normal, 2 de máximo y mínimo de funcionamiento y 2 de máximo y mínimo de emergencia). Con fuente de alimentación 4-20 mA.
- Tubería de acero estirado de 1/4 de Ø.
- Filtros de acoplamiento.

El circuito de control de protección del calderín estará instalado en el cuadro de mando y protección de la estación de bombeo.

Debido a la finalidad de la instalación, toda ella deberá someterse a los ensayos, tanto en fábrica como en el lugar de funcionamiento, que verifique el cumplimiento de la exigencias recogidas en la norma DIN EN ISO 9001, así como la Norma Une 36087. Y la Norma UNE-EN ISO 1461 referente al tratamiento de galvanizado.

Se cumplirá también lo prescrito por el Reglamento de aparatos a presión del Ministerio de Industria y Energía, aprobado por Real Decreto 1244/1979 de 4 de abril, modificado por R.D. 507/1982 de 15 de Enero.

Se exigirá al Constructor el Certificado de Origen Industrial del fabricante acreditando el cumplimiento de las condiciones prescritas en este P.P.T.P.

5.19.2. EJECUCIÓN

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieren para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.19.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.20. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

5.20.1. MATERIALES

A) PLC

- Tipo: CJ2M-CPU12 RS232+USB o similar
- Temperatura trabajo: 0 a 55°C
- Batería: 5 Años
- Capacidad: 10K Pasos, 2560 I/O, 64K Palabras
- Puertos: USB, Ethernet/IP y RS232/RS485 opcionales
- Comunicaciones: Ethernet, Ethernet/IP, DeviceNet, Profibus DP, Profinet, Modbus, CompoNet, CompoBus/s y CAN
- Expansiones: 3 Máximo
- EMC: Zona B

B) PANTALLA TÁCTIL:

- Tipo: NS5 color o similar
- Tamaño: 5,7"
- Resolución: 320x240 píxeles (QVGA)
- Colores: 256
- Capacidad: 60Mb
- Comunicaciones: USB, RS232, Ethernet
- Alimentación: 24Vcc +/- 15%
- Potencia: 15W
- Batería: 5 años
- Protección frontal: IP65
- Temperatura de trabajo: 0 a 50°C

C) ESTACIÓN REMOTA

- Tipo: S550 o equivalente
- Temperatura trabajo: 0 a 55°C
- Batería: 12 VCC 12AH
- Capacidad: 10K Pasos, 2560 I/O, 64K Palabras
- Puertos: USB, Ethernet/IP y RS232/RS485 opcionales
- Comunicaciones: Ethernet, Ethernet/IP, DeviceNet, Profibus DP, Profinet, Modbus, CompoNet, CompoBus/s y CAN
- Expansiones: 3 Máximo
- EMC: Zona B

D) PANTALLA TÁCTIL:

- Tipo: NS10 color o similar
- Tamaño: 10,4"
- Resolución: 640x480 píxeles (QVGA)

- Colores: 32768
- Comunicaciones: USB, RS232, Ethernet
- Alimentación: 24Vcc +/- 15%
- Protección frontal: IP65
- Temperatura de trabajo: 0 a 50°C

E) TRANSMISORES DE PRESIÓN:

- Tipo: Sitrans P200 o similar
- Rango: Presión relativa de 0 a x Bar
- Salida: 4/20mA 2 hilos
- Precisión: <0,25% FS
- Estabilidad: <0,25% / 12 meses
- Conexión: G $\frac{1}{2}$ "
- Temperatura trabajo: -40°C a 85°C

5.20.2. EJECUCIÓN

El montaje se realizará por personal especializado en estas operaciones. Para el montaje, los operarios dispondrán de todos los elementos auxiliares necesarios: alumbrado, aire comprimido, soldadura eléctrica, aperos y andamios, trapos, grapas y aceites, medios de elevación y traslación, niveles y cuantos medios se requieren para ejecutar la obra.

Antes de la puesta en servicio se limpiará el interior de los residuos de cualquier clase utilizados en la construcción.

En general se instalarán siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes pero en cualquier caso se seguirán las instrucciones que marque el Ingeniero Director de la Obra.

5.20.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.21. FIBRA ÓPTICA

5.21.1. MATERIALES

El contratista suministrará el resto de todos los materiales necesarios (incluidas cajas de empalme, bandejas de reparto, cajas murales, protectores de empalme, soportes de fijación, monotubos para reentubado, manguitos, ...) para llevar a buen fin los trabajos de tendido del cable de fibra óptica en los tramos indicados y garantizar que el cable queda en las condiciones de funcionamiento requeridas por el explotador.

A modo de referencia, se recogen los principales suministros que el adjudicatario deberá realizar en referencia a este capítulo de instalación.

- Cajas de empalme.
- Protectores de empalme.
- Soportes de fijación.
- Bandejas de reparto para rack de 19".
- Cajas terminales murales.
- Arquetas.
- Tubos de reentubado (siempre que sea necesario).
- Rabillos y latiguillos (pigtailes y jumpers).
- Protectores de cable.
- Todo el material fungible y accesorios necesarios para la correcta realización de los trabajos objeto del pliego.

También se tendrá en cuenta el suministro de material necesario para la correcta ejecución de los trabajos de instalación en las canalizaciones internas, principalmente en su último tramo de acceso a los repartidores de fibra óptica.

5.21.2. EJECUCIÓN

A) TENDIDO DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA

El contratista deberá disponer los medios humanos y materiales necesarios para la correcta ejecución de los trabajos de instalación del cable de fibra óptica.

El método elegido para la realización del tendido dependerá del tramo en cuestión y del estado de la canalización existente, y quedará determinado en el replanteo anterior a la instalación, con la obligación del cumplimiento de las pautas técnicas establecidas por el fabricante del cable para su instalación (esfuerzos de tracción, radios de curvatura mínimos, ...).

Los únicos empalmes admisibles serán los correspondientes al conexionado entre extremos de las bobinas. Se respetará en todo momento el radio de curvatura mínimo del cable suministrado. Tanto en las arquetas de empalme y segregación como en las de reserva, se dejarán las cocas correspondientes necesarias. En las arquetas de paso, el cable no deberá quedar tenso para facilitar futuros trabajos de mantenimiento.

Los trabajos de instalación y tendido del cable de fibra óptica incluirán en conjunto:

- Carga, transporte, almacenamiento y descarga de las bobinas de fibra óptica.
- Trabajos previos al tendido del cable; incluyendo señalización y acotación de las zonas de trabajo, limpieza y acondicionamiento de arquetas.
- Tendido del cable de fibra.
- Trabajos posteriores al tendido del cable; incluyendo el remate de arquetas y cable, etiquetado del cable, limpieza y recogida de materiales sobrantes.

B) TRABAJOS POSTERIORES AL TENDIDO DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Tras la realización del tendido del cable de fibra óptica será necesaria la realización de todos los trabajos relativos a los empalmes de fibra óptica, terminaciones en repartidor, etiquetado y remates necesarios para asegurar la continuidad del tendido entre el punto de inicio y de terminación, así como las pruebas de calidad, medidas de reflectometría y entrega de documentación, que garantizarán la correcta ejecución de las obras y la correcta documentación de las mismas.

EMPALMES DE FIBRA ÓPTICA

El sistema de empalme de fibras por fusión permite la unión de dos cables o tramos de cable de fibra óptica, con el mínimo efecto de atenuación producida por la unión. Los empalmes se realizarán en los puntos indicados por la Dirección de Obra y el organismo explotador, haciendo uso de la herramienta y maquinaria adecuada, y utilizando en cada tramo la bobina cuya longitud más se aproxime a la longitud del tramo a tender, a fin de minimizar la cantidad de fibra sobrante.

La caja de empalme deberá quedar instalada en la arqueta correspondiente y el cable de fibra óptica deberá quedar perfectamente preparado en el interior de la misma para la realización actual o futura de la segregación de las fibras ópticas.

Para proteger los empalmes por fusión de humedad y suciedad, se alojarán éstos en cajas de empalme estancas especialmente diseñadas para montaje en arquetas. Las cajas de empalme a suministrar serán adecuadas para su instalación en el exterior (tipo "torpedo", con grado de estanqueidad IP67), las cuales deberán permitir un número mínimo de 320 empalmes de fusión, disponer de un mínimo de cuatro entradas de igual diámetro para cables.

Se respetarán rigurosamente las instrucciones del fabricante tanto en lo relativo a la colocación de los herrajes necesarios para la sujeción de la caja en el interior de la arqueta de conexión como en lo concerniente a la correcta ubicación y acondicionamiento de los cables de fibra y empalmes en el interior de las cajas de empalme. Las cajas de empalme deberán ser colocadas lo más alejadas posible del fondo de arqueta para evitar eventuales daños por inundación. Las entradas de los cables se realizarán por la parte inferior y serán selladas mediante material termorretráctil de manera que se asegure su estanqueidad.

Los empalmes se harán con una máquina empalmadora mediante fusión por arco eléctrico, en un ambiente limpio y con buena iluminación. Se realizarán en un espacio reservado a este fin (por ejemplo, en el interior de un vehículo amplio) en el cual se pueda trabajar cómodamente.

Siempre se respetará el código de colores de las fibras y de los tubos holgados para dar continuidad a la fibra, es decir habrá una coincidencia exacta de las fibras empalmadas entre el cable de entrada y salida, fibra a fibra. El empalme quedará protegido mediante un manguito termorretráctil con nervio metálico. Se verificará que el empalme tiene unas pérdidas menores de 0,1 dB. En caso de que no se cumpliera esta condición, el empalme volverá a repetirse.

5.21.3. CONTROL DE CALIDAD

A) MEDIDAS DE REFLECTOMETRÍA

Dentro del control de calidad de la instalación se realizarán, para el cable de fibra óptica instalado y fusionado, medidas de reflectometría para cada una de las fibras ópticas instaladas y fusionadas extremo a extremo.

Estas medidas permitirán evaluar la continuidad de la fibra, detectar defectos y medir empalmes y conectores. Serán medidas de retroesparcimiento realizadas con reflectómetros ópticos (OTDR), trabajando en diferentes longitudes de onda en función del tipo de fibra.

Las medidas reflectométricas deberán realizarse obligatoriamente en ambos sentidos, obteniéndose las atenuaciones correspondientes como la semisuma algebraica de los valores medidos en los dos sentidos de la transmisión.

Entre el OTDR y la fibra bajo prueba se deberá instalar una bobina de lanzamiento de una longitud no inferior a 800 metros.

Tanto el OTDR como las bobinas de lanzamiento y latiguillos utilizados deberán ser los adecuados a los tramos y tipo de cable de fibra óptica a medir. Las medidas reflectométricas se realizarán desde ambos extremos intercalando una bobina de lanzamiento de al menos 800 metros.

La anchura del pulso empleado en cada tramo deberá ser la menor posible a fin de aumentar la resolución en distancia, pero debiendo garantizarse al mismo tiempo una relación señal a ruido (SNR) adecuada en el extremo opuesto de la fibra bajo prueba.

Se valorará positivamente que se utilicen diferentes longitudes del pulso (pulsos cortos para caracterizar las zonas más cercanas a la fibra y pulsos de mayor longitud para las más alejadas).

Deberá realizarse un promediado de un número suficiente de pulsos de modo que la traza obtenida sea de buena calidad.

En la documentación proporcionada por el contratista deberá indicarse la anchura del pulso utilizada en cada medición, así como el índice de refracción de la fibra considerado.

MEDICIÓN DE LA ATENUACIÓN DEL TRAMO

De los resultados obtenidos por las medidas de reflectometría podrá deducirse el valor de la atenuación por cada tramo del tendido realizado.

Normalmente no será posible la realización de la medida de la atenuación en el total del tramo medido. Se deberá dar el valor de la atenuación kilométrica entre los puntos más alejados que presenten un comportamiento lineal dentro del tramo.

Si se dieran varias pendientes a lo largo de cada tramo medido se deberá dejar constancia de este hecho, lo mismo que si se diese la aparición de algún punto singular. Se analizarán las posibles causas de estos puntos singulares.

Los valores de aceptación máximos para estas medidas son los indicados en la Tabla 1: Atenuación de la fibra monomodo en función de la longitud de onda.

El valor de atenuación obtenido deberá ser menor al calculado mediante la siguiente fórmula:

MEDICIÓN DE LA ATENUACIÓN DE LOS EMPALMES DE LÍNEA

La valoración de la atenuación producida por el empalme deberá obtenerse mediante la semisuma algebraica de los valores medidos en los dos sentidos de transmisión.

Para cada tramo instalado deberán realizarse medidas para todas las fibras ópticas fusionadas. Para cada una de estas medidas deberá obtenerse el valor medio de las atenuaciones introducidas por los empalmes existentes en el tramo. Este valor se obtendrá como la media algebraica de las atenuaciones correspondientes a cada empalme del tramo, las cuales deberán haber sido calculadas como la semisuma de los valores obtenidos en ambos sentidos de la transmisión.

El valor de aceptación para el valor medio de atenuación por empalme en un tramo será de 0,10 dB para todas las ventanas de trabajo. No obstante, no se aceptarán en ningún caso empalmes cuya atenuación individual sea superior a 0,15 dB.

Medidas de las pérdidas de inserción de los conectores y de las pérdidas de retorno en el conjunto conector-adaptador-conector.

Es necesario verificar que la atenuación de la señal a través de los conectores no supere el valor máximo permitido.

La conectorización en el repartidor óptico se realizará por medio de pigtail. Por ello, la atenuación total del conjunto conector-adaptador-conector y el pigtail (incluyendo el empalme), no podrá ser superior a 0,60 dB.

Las pérdidas de retorno en el conjunto conector-adaptador-conector deberán ser no inferiores a 45 dB.

B) DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR CON LAS MEDIDAS DE REFLECTOMETRÍA

La documentación referente a las medidas de reflectometría deberá ser entregada a la Dirección de Obra por la empresa instaladora como condición imprescindible para la aceptación y certificación de los trabajos realizados. Deberá entregarse en soporte digital y estará compuesta por:

INFORME RESUMEN DE LAS MEDIDAS REALIZADAS:

- Descripción del enlace y del cable de fibra óptica.
- Descripción de las configuraciones de las cajas de empalme realizadas (número, tipo de caja de empalme, empalmes y/o segregaciones realizadas, organización y etiquetado ...).
- Descripción de la configuración de las bandejas de reparto y cajas terminales murales (número, tipo de caja de empalme, empalmes y/o segregaciones realizadas, organización y etiquetado ...).
- Resultados de las medidas de reflectometría realizadas que incluya:
 - Resultados de los valores de atenuación del enlace (dB).
 - Resultados de los valores de atenuación por empalme (dB).
 - Resultados de los valores de pérdidas de inserción de los conectores (dB).
 - Resultados de los valores del coeficiente de atenuación (dB/Km) por tramo.
- Listado de eventos y deficiencias detectadas y propuesta de medidas correctoras.

FICHAS DE LAS MEDIDAS DE REFLECTOMETRÍA

Se entregarán 3 tipos de fichas de medidas:

- Medidas de los valores de atenuación por empalme.
- Medidas de los valores del coeficiente de atenuación por tramo.
- Medidas de los valores de las pérdidas de inserción por conector.

Cada una de las fichas de medidas contendrá a su vez como mínimo la siguiente información:

- Fecha de ensayo.
- Nombre del técnico que ha realizado el ensayo.
- Marca, modelo y número de serie del equipamiento utilizado para la prueba.
- Tipo de medida realizada (atenuación por empalme, coeficiente de atenuación por tramo, pérdidas de inserción por conector).
- Tramo en el que se ha realizado la prueba, identificando origen y extremo.
- Tipo de cable y número de fibras al que se haya realizado la prueba.
- Anchura del pulso e índice de refracción empleados en la medida (únicamente para mediciones reflectométricas).
- Resultados obtenidos, indicando o resaltando los eventos detectados.

FICHEROS CON LAS TRAZAS DE LAS MEDIDAS DE REFLECTOMETRÍA

En formato digital, para poder visualizar las gráficas correspondientes de forma que sobre las mismas se puedan medir valores, poner cursores, etc

El adjudicatario deberá proporcionar además los certificados de calibración de los equipos que se utilicen en las medidas de reflectometría, cuya fecha última de calibración no deberá ser anterior a 2 años.

C) OTRAS PRUEBAS DE CALIDAD

Para certificar la calidad de elementos que se utilizarán en el proyecto y previamente a la instalación de los mismos, la Dirección de Obra podrá solicitar a la empresa adjudicataria los certificados de calidad correspondientes a los elementos que estime oportunos.

Además de las medidas de reflectometría se verificarán el resto de condiciones de la instalación efectuada: obra civil, instalación y estado de las cajas de empalme, estado del cable tendido (tensión, curvatura), remate de arquetas y cable, existencia de reservas de cable suficiente en las arquetas (cocas), terminaciones en bandejas de reparto y cajas murales, identificación y etiquetado de los distintos elementos.

D) ENTREGA DE DOCUMENTACIÓN

Una vez concluidos los trabajos de instalación del cable de fibra óptica, la contrata deberá entregar a la Dirección de Obra toda la información necesaria para la elaboración de la documentación as-built del proyecto, además de los resultados de las medidas reflectométricas realizadas.

La información se entregará clasificada en función de los diferentes tendidos (segmentos) realizados.

Con el fin de que pueda procederse a la elaboración de la documentación "as-built", deberá hacerse entrega a la Dirección de Obra de toda la información relativa a:

- Obra civil realizada, la relacionada con la canalización, las arquetas y obras varias ejecutadas.
- Tendido de los cables de fibra óptica, donde se identifiquen los tramos en los que se hayan instalado dichos cables, incluyendo diversa información como su longitud, reservas realizadas, arquetas por donde discurre el tendido, etc.
- Empalmes de fibra óptica, donde se represente de forma clara los empalmes realizados en cada uno de los torpedos previstos, y detalle del número e identificación de las fibras fusionadas (carta de empalme).
- Repartidores de fibra óptica, donde se muestren las conexiones entre las fibras de un cable de acometida y las bandejas de reparto de fibra.
- El adjudicatario deberá entregar, en formato electrónico, los resultados de las pruebas de reflectometría realizadas tras el tendido del cable de fibra óptica.
- Cualquier otra información que pueda resultar necesaria para la operación y mantenimiento de la instalación realizada.

5.21.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por cada unidad definida en el cuadro de precios, realmente ejecutadas y terminadas según especificaciones de planos y del Ingeniero Director de las Obras y se abonará a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos

En los precios se considera incluido el suministro, puesta en obra, materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para la correcta colocación y ejecución de estas unidades de obra.

Artículo 5.22. AIRE ACONDICIONADO

5.22.1. EQUIPO 5,2 KW:

Tipo: Equipo split techo inverter

Modelo: ABY 50UIA o equivalente

Potencia frigorífica suministrada: 5,2KW (35°C/27°C/50%HR)

Autoarranque

Alimentación monofásica 230 VCA

5.22.2. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.23. EQUIPOS TRATAMIENTO

5.23.1. FILTROS DE ARENA

1. DOCUMENTOS BASE DE ESTUDIO.

La presente oferta se ha realizado en base a los siguientes documentos:

- Correo electrónico del 03/02/2021.

2. DISEÑO.

La norma de diseño utilizada para todos los depósitos que componen esta oferta es la UNE EN-13121, en la cual se especifican todos los aspectos a tener en cuenta para la fabricación de filtros de arena fabricados en P.R.F.V.

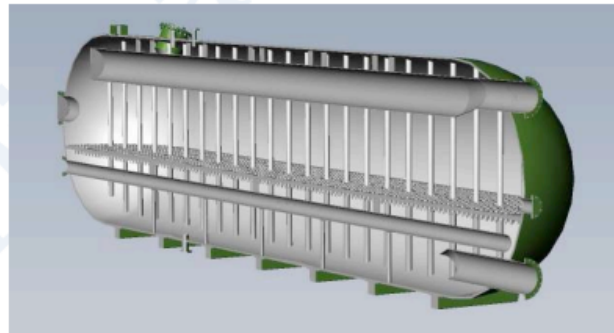


3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.

Los distintos equipos objeto de la presente oferta tendrán las siguientes características:

ITEM:	01 a 07	TAG:
Tipo:	Filtro de arena horizontal con placa porta-crepinas	
Diámetro interior:	2.500 mm	
Longitud cilíndrica:	7.700 mm	
Longitud total aprox.:	10.000 mm	
Fluido:	Agua de mar.	
Densidad:	1030 Kg/m3	
Condiciones de operación:	Tª operación: 15-35 °C	
	Tª máxima operación: 45 °C	
Tipo de instalación:	Exterior, ambiente marino	
Pérdida de carga máx. diseño:	1,2 bar.	
Pérdida de carga max. operación:	1,0 bar.	

Presión de diseño:	5 bares
Presión máxima de operación:	4,5 bares
Presión normal de operación:	4
Presión de prueba:	6,5 bares
Superficie de filtrado:	21 m ²
Sismo:	Incluido.
Nº de boquillas:	1.050 boquillas (50 uds./m ²)
Estratificado:	Barrera química: resina isoftálica Refuerzo mecánico: resina ortoftálica
Acabado exterior:	Pintura epoxi de poliuretano de doble componente RAL a determinar por el cliente.
Tubuladuras:	1 brida Dn400 para entrada de agua bruta y salida de lavado con tubo difusor abierto a media caña 1 brida Dn400 para salida de agua filtrada/entrada de agua de lavado 1 brida Dn150 para aire de lavado. 2 bridas Dn150 para descarga de arena 1 brida Dn100 para venteo/válvula de seguridad. 1 brida Dn80 para purga de falso fondo. 1 brida Dn80 para vaciado. 4 bocas de hombre Dn500 con tapa atornillada
Accesorios:	6 cunas de apoyo en PRFV. Placa de características en AISI-304, según estándar del fabricante Placa porta crepinas de espesor a determinar, con 1.050 agujeros Ø26 mm, para la colocación de boquillas filtrantes (incluidas en el precio). Anclajes intemperie



Los materiales utilizados en las uniones bridadas serán:

- Tornillería: AISI-316 (A4)
- Juntas: EPDM

5.23.2. MICROFILTRACIÓN



CARCASAS DE ACERO INOXIDABLE PARA CARTUCHOS Y BOLSAS

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Diseñadas para facilitar la manipulación, el cambio y el uso
- Superficie exterior pulida con chorro de arena o bien, efecto espejo
- Con cabida para cartuchos de entre 10 y 40 pulgadas con varias tapas
- Diferentes tipos de abrazaderas, bridas y pescantes para adaptarse a diversas necesidades
- Estructura de acero inoxidable 304 y 316 L
- MSRL y material especial disponibles bajo petición
- En las carcassas para filtros de bolsa pueden alojarse una o varias bolsas
- Dispone de orificio de desagüe y ventilación
- Opciones de presión de 7, 10 y 14 bar
- Carcassas duraderas para aplicaciones comerciales, industriales y municipales
- Certificación CE



TECHNICAL SPECIFICATIONS OF HOUSINGS FOR CARTRIDGES

Descripción del modelo	Caudal recomendado: 1 m ³ /h para cartucho de 10" - m ³ /h	Nº de cartuchos	Abertura de entrada/salida	Desagüe - (NPT hembra)	Ventilación (NPT hembra)	Diámetro interno (mm)
CFHC - Tipo abrazadera / Presión de trabajo: 7 bar						
	CFHC - 3 x 10"	3	3 of 10"	1 1/2" (Roscada)	1/2"	170
	CFHC - 3 x 20"	6	3 of 20"	1 1/2" (Roscada)	1/2"	170
	CFHC - 3 X 30"	9	3 of 30"	2" (Roscada)	1/2"	170
	CFHC - 3 X 40"	12	3 of 40"	2" (Roscada)	1/2"	170
	CFHC - 5 X 10"	5	5 of 10"	1 1/2" (Roscada)	1/2"	200
	CFHC - 5 x 20"	10	5 of 20"	1 1/2" (Roscada)	1/2"	200
	CFHC - 5 X 30"	15	5 of 30"	2" (Roscada)	1/2"	200
	CFHC - 5 X 40"	20	5 of 40"	2" (Roscada)	1/2"	200
	CFHC - 7 X 10"	7	7 of 10"	2" (Roscada)	1/2"	250
	CFHC - 7 X 20"	14	7 of 20"	2" (Roscada)	1/2"	250
	CFHC - 7 X 30"	21	7 of 30"	3" (Roscada)	1/2"	250
	CFHC - 7 X 40"	28	7 of 40"	3" (Roscada)	1/2"	250
CFHF - Tipo brida / Presión de trabajo: 7 bar						
	CFHF - 5 x 10"	5	5 of 10"	1 1/2" (Roscada)	1/2"	200
	CFHF - 5 x 20"	10	5 of 20"	1 1/2" (Roscada)	1/2"	200
	CFHF - 5 x 30"	15	5 of 30"	2" (Roscada)	1/2"	200
	CFHF - 5 x 40"	20	5 of 40"	2" (Roscada)	1/2"	200
	CFHF - 7 x 10"	7	7 of 10"	2" (Roscada)	1/2"	250
	CFHF - 7 x 20"	14	7 of 20"	2" (Roscada)	1/2"	250
	CFHF - 7 x 30"	21	7 of 30"	2 1/2" (Roscada)	1/2"	250
	CFHF - 7 x 40"	28	7 of 40"	2 1/2" (Roscada)	1/2"	250
	CFHF - 11 x 30"	33	11 of 30"	3" (Embridada)	1/2"	300
	CFHF - 11 x 40"	44	11 of 40"	3" (Embridada)	1/2"	300
	CFHF - 15 x 30"	45	15 of 30"	3" (Embridada)	3/4"	350
	CFHF - 15 x 40"	60	15 of 40"	3" (Embridada)	3/4"	350
	CFHF - 19 x 30"	57	19 of 30"	3" (Embridada)	3/4"	400
	CFHF - 19 x 40"	76	19 of 40"	3" (Embridada)	3/4"	400
CFHF - Big Blue / Presión de trabajo: 10 bar						
	CFHF (Dia - 4 1/2) 1 x 40"	30	1 of 40"	2" (Embridada)	1/2"	200
	CFHF (Dia - 4 1/2) 2 x 40"	60	2 of 40"	3" (Embridada)	3/4"	400
	CFHF (Dia - 4 1/2) 3 x 40"	90	3 of 40"	4" (Embridada)	3/4"	500
	CFHF (Dia - 4 1/2) 4 x 40"	120	4 of 40"	4" (Embridada)	1"	550
	CFHF (Dia - 4 1/2) 5 x 40"	150	5 of 40"	4" (Embridada)	1"	600

TRADITIONAL PARTICLE REMOVAL

The most popular wound cartridge media by far, the SPECTRUM wound polypropylene offers broad chemical compatibility and good temperature resistance at low cost. With over 50 years proven efficiency and available in a variety of micron sizes, across standard and large diameters, the SWP provides a basic filtration solution perfectly suited for first-stage and general particulate reduction.

Typical applications include general particulate filtration, sand, silt and rust removal and batch process.



FEATURES & BENEFITS

- Tried and tested with over 50 years of proven efficiency
- Constructed using FDA compliant materials
- Broad chemical compatibility
- Good dirt holding capacity suitable for varying particulate sizes

TECHNICAL DATA

Efficiency (%)	65
Maximum Operating Pressure Differential (psi)	2 bar at 21°C
Maximum Operating Temperature (°C)	65

MATERIALS OF CONSTRUCTION

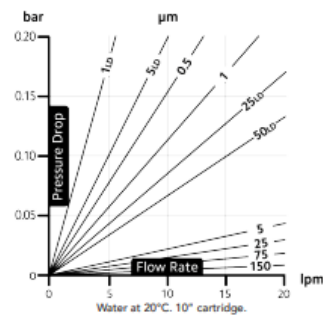
Media: Polypropylene
Core: Polypropylene

DIMENSIONS



Dimensions (mm)			
Length (")	A	B	C
4"	28	124	63
10	28	254	63
20	28	508	63
30	28	762	63
40	28	1016	63
10LD	30	254	115
20LD	30	508	115

FLOW RATE



ORDERING GUIDE

Code	Micron (µm)	Length (")
SWP	0.5, 1, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 150	4", 10, 20, 30, 40
	1, 5, 10, 25, 50, 75, 100	10LD, 20LD

e.g. SWP-25-10

PRODUCT RANGE

The below products have often been associated with this product.



5.23.3. TUBOS DE PRESIÓN

Protec Pressure Vessels PRO-8-600-SP

PRO-8-600-SP



The PROTEC Model PRO-8-600-SP is designed for continuous use as housing for membrane filtration elements to purify typical brackish waters at any positive pressure up to 600 PSI.

What separates this SP model from the traditional side port is the addition of the 3 " port designed specifically for systems using multiple port technology.

The PRO-8-600-SP will accommodate any make of eight-inch nominal diameter spiral-wound element as well as many hollow fiber elements. The element interface hardware for the specified element is supplied with the vessel.

The Model PRO-8-600-SP has been designed to meet the standards of the American Society of Mechanical Engineers (ASME), Boiler and Pressure Vessel Code, Section X. At an additional cost, vessels can be inspected during fabrication by an ASME Authorized Inspector and Code stamped.

Design Pressure	600 PSI	Operating pH Range	3-11
Minimum Operating Temp.	20°F	Cleaning pH Range (less than 30 min)	2-12
Maximum Operating Temp.	120°F		
Factory Test Pressure	660 PSI	Application	Typ. Brackish Water
Burst Pressure	3600 PSI		

5.23.4. ULTRAFILTRACIÓN

IntegraFlux™ Ultrafiltration Modules

Model SFP-2860XP, SFD-2860XP, SFP-2880XP and SFD-2880XP

Description

IntegraFlux™ Ultrafiltration (UF) modules with XP fiber are made from high permeability, high mechanical strength, hollow fiber PVDF membranes. The modules provide excellent performance, industry leading membrane area with low energy and chemical consumption. IntegraFlux™ modules have the following general properties and characteristics:

- Up to 35% higher permeability than previous generation modules helping to improve operating efficiencies and productivity
- 0.03 µm nominal pore diameter for removal of bacteria, viruses, and particulates including colloids to protect downstream processes such as RO
- PVDF polymeric hollow fibers for high mechanical strength with excellent chemical resistance providing long membrane life and reliable operation
- Outside-In flow configuration allowing a wide range of solids in the feed water minimizing the need for pretreatment processes and reducing the backwash volume compared to Inside-Out configurations

These modules are an excellent choice for systems with capacities greater than 50 m³/hr (220 gpm). The shorter SFP-2860XP or SFD-2860XP modules are well suited for installations with limited height. Larger and longer, 8 inch diameter and 80 inch in length, the SFP-2880XP or SFD-2880XP modules offer a high effective membrane area combined with high permeability that provides the most economical and efficient membrane system design.

IntegraFlux™ Ultrafiltration Modules can be used for a wide variety of treatment applications such as industrial and municipal wastewaters, surface water, and seawater.

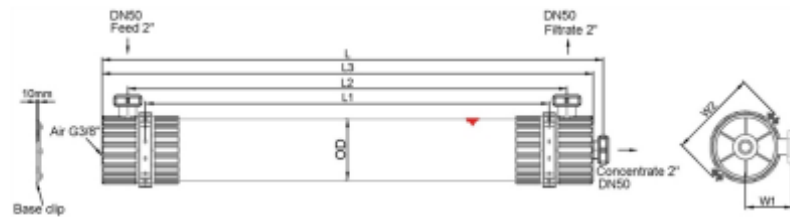


Typical Properties

Product	Type	Membrane Area		Volume		Weight (empty/water filled)	
		m ²	ft ²	liters	gallons	kg/lbs	kg/lbs
SFP-2860XP	Industrial	51	549	35	9.3	48/83	106/183
SFD-2860XP	NSF/ANSI 61 and 419	51	549	35	9.3	48/83	106/183
SFP-2880XP	Industrial	77	829	39	10.3	61/100	135/220
SFD-2880XP	NSF/ANSI 61 and 419	77	829	39	10.3	61/100	135/220

Dimensions

SFP-2860XP, SFD-2860XP, SFP-2880XP, and SFD-2880XP (8-inch diameter)



Product	Units	Length				Diameter	Width	
		L	L1	L2	L3	D	W1	W2
SFP-2860XP and SFD-2860XP	SI (mm)	1860±3	1500	1630±3	1820±3	225	180	342
	US (inch)	73.2±0.1	59.1	64.2±0.1	71.7±0.1	8.9	7.1	13.5
SFP-2880XP and SFD-2880XP	SI (mm)	2360±3	2000	2130±3	2320±3	225	180	342
	US (inch)	92.9±0.1	78.7	83.9±0.1	91.3±0.1	8.9	7.1	13.5

Suggested Operating Conditions

	SI Units	US Units
Filtrate Flux (25°C)	40 – 110 l/m ² /hr	24 – 65 gfd
Flow Range Per Module ¹	2.0 – 8.5 m ³ /hr	8.8 – 37.4 gpm
Temperature	1 – 40°C	34 – 104°F
Maximum Inlet Module Pressure (20°C)	6.25 bar	90.65 psi
Maximum Inlet Module Pressure (40°C)	4.75 bar	68.89 psi
Maximum Operating TMP	2.1 bar	30.5 psi
Maximum Operating Air Scour Flow	12 Nm ³ /hr	7.1 scfm
Maximum Backwash Pressure	2.5 bar	36 psi
Operating pH	2 – 11	
Maximum NaOCl	2,000 mg/L	
Maximum Particle Size	300 µm	
Flow Configuration	Outside in, dead end flow	
Expected Filtrate Turbidity	≤ 0.1 NTU	
Expected Filtrate SDI	≤ 2.5	

¹ Flow range represents DUPONT™ Ultrafiltration SFP-2860XP, SFD-2860XP, SFP-2880XP, and SFD-2880XP Modules for filtrate flux range shown

Important Information

Proper start-up of an ultrafiltration system is essential to prepare the membranes for operating service and to prevent membrane damage. Following the proper start-up sequence also helps ensure that system operating parameters conform to design specifications so that system water quality and productivity goals can be achieved.

Before initiating system start-up procedures, membrane pretreatment, installation of the membrane modules, instrument calibration and other system checks should be completed.

Please refer to the Ultrafiltration Technical Manual (Form No. 45-D00874-en).

Operation Guidelines

Avoid any abrupt pressure variations during start-up, shutdown, cleaning or other sequences to prevent possible membrane damage. Flush the ultrafiltration system to remove shipping solution prior to start-up. Remove residual air from the system prior to start-up. Manually start the equipment. Depending on the application, filtrate obtained from initial operations should be discarded.

Please refer to the Ultrafiltration Technical Manual (Form No. 45-D00874-en).

General Information

- If operating limits and guidelines given in this bulletin are not strictly followed, the limited warranty will be null and void.
- To control biological growth during extended system shutdowns, it is recommended that storage solution be injected into the membrane modules.

Please refer to the Ultrafiltration Technical Manual (Form No. 45-D00874-en) and Technical Service Bulletins.

Product Stewardship

DuPont has a fundamental concern for all who make, distribute, and use its products, and for the environment in which we live. This concern is the basis for our product stewardship philosophy by which we assess the safety, health, and environmental information on our products and then take appropriate steps to protect employee and public health and our environment. The success of our product stewardship program rests with each and every individual involved with DuPont products—from the initial concept and research, to manufacture, use, sale, disposal, and recycle of each product.

Customer Notice

DuPont strongly encourages its customers to review both their manufacturing processes and their applications of DuPont products from the standpoint of human health and environmental quality to ensure that DuPont products are not used in ways for which they are not intended or tested. DuPont personnel are available to answer your questions and to provide reasonable technical support. DuPont product literature, including safety data sheets, should be consulted prior to use of DuPont products. Current safety data sheets are available from DuPont.

Please be aware of the following:

- The use of this product in and of itself does not necessarily guarantee the removal of cysts and pathogens from water. Effective cyst and pathogen reduction is dependent on the complete system design and on the operation and maintenance of the system.

Regulatory Note

NSF/ANSI 61 and 419 certified drinking water modules require specific conditioning procedures prior to producing potable water. Please refer to the Ultrafiltration Technical Manual (Form No. 45-D00874-en) flushing section for specific procedures. Drinking water modules may be subjected to additional regulatory restrictions in some countries. Please check local regulatory guidelines and application status before use and sales.

5.23.5. OSMOSIS INVERSA

FilmTec™ XLE-440 Element

Description

Ideal for: reverse osmosis plant managers and operators dealing with controlled-pre-treatment and seeking high-quality permeate water at low operating costs.

FilmTec™ XLE-440, the lowest pressure FilmTec™ RO Element:

- Provides lower energy costs and more productivity, especially in cold waters
- Minimizes equipment CAPEX in designs with savings in elements and pumping due to the 440 ft² active area
- Delivers the most effective cleaning performance, robustness and durability due to its widest cleaning pH range (1-13) tolerance and the support of DuPont technical representatives



Product Type

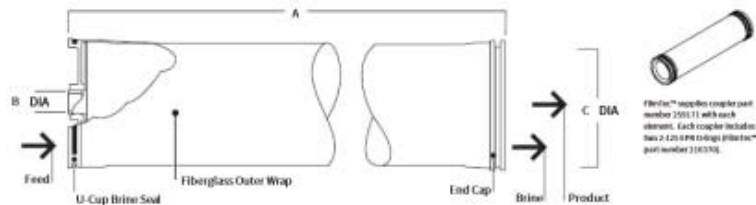
Spiral-wound element with polyamide thin-film composite membrane

Typical Properties

FilmTec™ Element	Active Area		Feed Spacer	Permeate Flow Rate		Typical Stabilized Salt Rejection (%)	Minimum Salt Rejection (%)
	(ft ²)	(m ²)	Thickness (mil)	(GPD)	(m ³ /d)		
XLE-440	440	41	28	14,000	53	99.0	97.0

1. Permeate flow and salt (NaCl) rejection based on the following standard test conditions: 2,000 ppm NaCl, 125 psi (8.6 bar), 77°F (25°C), pH 8, 15% recovery.
2. Flow rates for individual elements may vary but will be no more than +15%.
3. Stabilized salt rejection is generally achieved within 24-48 hours of continuous use; depending upon feedwater characteristics and operating conditions.
4. Sales specifications may vary as design revisions take place.
5. Active area guaranteed ± 5%. Active area as stated by DuPont Water Solutions is not comparable to nominal membrane area often stated by some manufacturers.

Element Dimensions



FilmTec™ Element	Dimensions – inches (mm)					
	A		B		C	
	(in.)	(mm)	(in.)	(mm)	(in.)	(mm)
XLE-440	40.0	1,016	1.50 ID	38 ID	7.9	201

1. Refer to [FilmTec™ Design Guidelines for multiple-element systems of 8-inch elements](#) (Form No. 45-D01695-en).
2. Element to fit nominal 8-inch (203-mm) I.D. pressure vessel.

Operating and Cleaning Limits

Maximum Operating Temperature ^a	113°F (45°C)
Maximum Operating Pressure	600 psig (41 bar)
Maximum Element Pressure Drop	15 psig (1.0 bar)
pH Range	
Continuous Operation ^a	2 – 11
Short-Term Cleaning (30 min.) ^b	1 – 13
Maximum Feed Silt Density Index (SDI)	SDI 5
Free Chlorine Tolerance ^c	< 0.1 ppm

- a. Maximum temperature for continuous operation above pH 10 is 95°F (35°C).
- b. Refer to [FilmTec™ Cleaning Guidelines](#) (Form No. 45-D01696-en).
- c. Under certain conditions, the presence of free chlorine and other oxidizing agents will cause premature membrane failure. Since oxidation damage is not covered under warranty, DuPont Water Solutions recommends removing residual free chlorine by pretreatment prior to membrane exposure. Please refer to [Dechlorinating Feedwater](#) (Form No. 45-D01569-en) for more information.

Additional Important Information

Before use or storage, review these additional resources for important information:

- [Usage Guidelines for FilmTec™ 8" Elements](#) (Form No. 45-D01706-en)
- [Start-Up Sequence](#) (Form No. 45-D01609-en)

Product Stewardship

DuPont has a fundamental concern for all who make, distribute, and use its products, and for the environment in which we live. This concern is the basis for our product stewardship philosophy by which we assess the safety, health, and environmental information on our products and then take appropriate steps to protect employee and public health and our environment. The success of our product stewardship program rests with each and every individual involved with DuPont products—from the initial concept and research, to manufacture, use, sale, disposal, and recycle of each product.

Customer Notice

DuPont strongly encourages its customers to review both their manufacturing processes and their applications of DuPont products from the standpoint of human health and environmental quality to ensure that DuPont products are not used in ways for which they are not intended or tested. DuPont personnel are available to answer your questions and to provide reasonable technical support. DuPont product literature, including safety data sheets, should be consulted prior to use of DuPont products. Current safety data sheets are available from DuPont.

Please be aware of the following:

- The use of this product in and of itself does not necessarily guarantee the removal of cysts and pathogens from water. Effective cyst and pathogen reduction is dependent on the complete system design and on the operation and maintenance of the system.
- Permeate obtained from the first hour of operation should be discarded.

Regulatory Note

This product may be subject to drinking water application restrictions in some countries; please check the application status before use and sale.

5.2.3.6. EQUIPOS PRETRATAMIENTO HIPOCLORITO Y COAGULANTES

Pos.	Cantidad	UM	Material	Denominación		
000010				Hipoclorito Calcico -Pretratamiento		
000020	1	C/U	DSBA	Sistema de dosificación con depósito		
			Identicode	DSBA0500N001UA31100		
			Modelo	Estación de dosificación		
			Depósito	de 500 l en PE natural		
			Versión cubeto para depósito	sin cubeto de retención		
			Cubeto de retención	sin		
			Versión	con logo Prominent		
			Tapón roscado con cierre	con		
			Agitador	eléctrico PVDF - 0,25 kW		
			Sujeción para bomba	Beta, gamma/X sin placa montaje		
			Sistema de aspiración	con tubo 12x9		
			Material del sistema de aspir.	en PVC		
			Contacto de nivel, aspiración	2 est. conector circular		
			Accesorios, válv. de drenaje	sin		
			Sistema de calibración	sin		
			Aprobación	CE		
			Informar de la bomba requerida	GMXA		
			Tensión de alimentación	SIEHE PUMPE UND RÜHRWERK		
			Tensión de alimentación	SEE PUMP AND MIXER		
			Temperatura	+1/+45°C		
			Volumen	500 L		
			Protección	IP55		
000030	1	C/U	790364	Sis.asp.niv.2 cont.T.II 2m 12x9 PCB		
000040	2	C/U	GMXA	Bomba dosificadora Gamma/ X		
			Identicode	GMXA0245PVT0000UA00000ES		
			Modelo	Bomba gamma X - versión A		
			Tipo de bomba	02 bar - 45l/h - conector 12x9		
			Material cabezal / válvulas	PVDF		
			Material membrana / juntas	recubierta PTFE / PTFE		
			Tipo cabezal dosificador	sin desair, ni muelles en válv		
			Conexión hidráulica	según datos técnicos		
			Detector de rotura de membrana	sin		
			Versión	car.RAL5003/ton.RAL2003		
			Logo	Prominent		
			Tensión de alimentación	100-230 V +/-10%, 50/60 Hz		
			Conexión eléctrica	2 m eurogoe		
			Opciones de relé	sin relé		
			Accesorios	sin		
			Opciones de control	manu+ext.contr.pulsos+anal.		
			Monitor de dosificación	entrada de señal de pulsos		
			Parada remota (pausa)	sin BlueTooth/sin remote stop		
			Idioma	Español		
			Aprobación	CE		
			Idioma documento	Español		
			Capacidad de la bomba (gph)	11.5gph		
			Contrapresión (psl)	29psi		
			Frecuencia (Hz)	50/60Hz		
			Voltaje (V)	100-230V		
			Potencia (W)	30W		
			Protección	IP66/NEMA4X		
			Capacidad de la bomba (l/h)	45.0l/h		
			Contrapresión (bar)	02bar		
000050	2	C/U	1001301	Cable control universal 5 polos - 5 m		
000060	2	C/U	924594	Válvula de inyección 12x9 PCB		
000070				Coagulante		
000080	1	C/U	DSBA	Sistema de dosificación con depósito		
			Identicode	DSBA1001N001WA21100		
			Modelo	Estación de dosificación		
			Depósito	de 1000 l. en PE natural		
			Versión cubeto para depósito	sin cubeto de retención		
			Cubeto de retención	sin		
			Versión	con logo Prominent		
			Tapón roscado con cierre	con		
			Agitador	eléctrico PVDF - 0,75 kW		
			Sujeción para bomba	Beta, gamma/X sin placa montaje		
			Sistema de aspiración	con tubo 8x5		
			Material del sistema de aspir.	en PVC		
			Contacto de nivel, aspiración	2 est. conector circular		
			Accesorios, válv. de drenaje	sin		
			Sistema de calibración	sin		
			Aprobación	CE		
			Informar de la bomba requerida	BT5B		
			Tensión de alimentación	SIEHE PUMPE UND RÜHRWERK		
			Tensión de alimentación	SEE PUMP AND MIXER		
			Temperatura	+1/+45°C		
			Volumen	1000 L		
			Protección	IP55		
000090	1	C/U	790363	Sis.asp.niv.2 cont.T.II 2m 8x5 PCB		

000100	2	C/U	BT5B	Bomba dosificadora electromág. Beta 5b	<p>Identicode: BT5B0713PVT2000UA000A00</p> <p>Modelo: Bomba Beta 5 - versión b</p> <p>Tipo de bomba: 07 bar - 13l/h - conect. 8x5</p> <p>Material cabezal/válvulas: PVDF</p> <p>Material membrana/juntas: recubierta PTFE/ PTFE</p> <p>Tipo cabezal dosificador: con desair sin muelles en válv</p> <p>Conexión hidráulica: según datos técnicas</p> <p>Versión: car RAL5003/tape RAL2003</p> <p>Logo: ProMinent</p> <p>Tensión de alimentación: 100-240V, 50/60Hz</p> <p>Conexión eléctrica: 2 m europeo</p> <p>Opciones de relé: sin</p> <p>Accesorios: sin</p> <p>Opciones de control: sin</p> <p>Tipo de control: externo analógico 0/4 - 20 mA</p> <p>Parada remota: pause break contact, niv break</p> <p>Frecuencia auxiliar: ajust. máx 180 imp/min.</p> <p>Aprobación: CE</p> <p>Capacidad de la bomba (gal/h): 2,84gph</p> <p>Contrapresión (psi): 102psi</p> <p>Frecuencia (Hz): 50/60Hz</p> <p>Voltaje (V): 100-230V</p> <p>Potencia (W): 21,2W</p> <p>Protección: IP65/NEMA4X</p> <p>Capacidad de la bomba (lt/h): 11,0lt/h</p> <p>Contrapresión (bar): 07bar</p>
000110	2	C/U	1001301	Cable control universal 5 polos - 5 m	
000120	2	C/U	924592	Válvula de inyección 8x5 PCB	
000130				Metabisulfito	
000140	1	C/U	DSBA	Sistema de dosificación con depósito	<p>Identicode: DSBA0500N001MC41200</p> <p>Modelo: Estación de dosificación</p> <p>Depósito: de 500 l. en PE natural</p> <p>Versión cubeto para depósito: sin cubeto de retención</p> <p>Cubeto de retención: sin</p> <p>Versión: con logo ProMinent</p> <p>Tapón roscado con cierre: con</p>
				Sujección para bomba	VAMc, Sigma1 sin placa montaje
				Sistema de aspiración	DN 10
				Material del sistema de aspir.	en PVC
				Contacto de nivel, aspiración	2 est. conector circular
				Accesorios, válv. de drenaje	sin
				Sistema de calibración	sin
				Aprobación	CE
				Informar de la bomba requerida	S1CB
				Tensión de alimentación	SIEHE PUMPE UND RÜHRWERK
				Tensión de alimentación	SEE PUMP AND MIXER
				Temperatura	+1/+45°C
				Volumen	500 L
				Protección	IP55
000150	1	C/U	790387	Sistema asp.DN10 - 1000 l. PCB	
000160	1	C/U	1029486	Connec. set suction ass. D16 DN10 PVT	
000170	1	C/U	1034679	Set nivel doble cont DN10/15 PVDF/PE, 3m	
000180	2	C/U	S1CB	Bomba dosif. de motor Sigma 1 control B	<p>Identicode: S1CBH10050PVT5070UA01000ES</p> <p>Modelo: Sigma 1 control versión B</p> <p>Unidad de accionamiento: principal, membrana</p> <p>Tipo de bomba: 10 bar, 40 lt/h</p> <p>Material cabezal dosificación: PVDF</p> <p>Material membrana / juntas: PTFE</p> <p>Tipo de membrana: de segu. Ind. de rotura óptico</p> <p>Tipo cabezal dosificador: sin muelles en las válvulas</p> <p>Conexión hidráulica: record y conex. manguera PVDF</p> <p>Versión: con logo ProMinent</p> <p>Tensión de alimentación: 2 l., 100-240V, 50/60Hz, 110W</p> <p>Conexión eléctrica: 2 m. europeo</p> <p>Opciones de relé: sin relé</p> <p>Opciones de control: man +/- pulsos+an+perfiles dos.</p> <p>Desconexión por sobrecarga: sin</p> <p>Unidad de control: 0</p> <p>Código de acceso: sin, control dos. dinámica</p> <p>Idioma: español</p> <p>Aprobación: CE</p> <p>Capacidad de la bomba (gph): 12,8gph</p> <p>Contrapresión (psi): 145psi</p> <p>Frecuencia: 50/60Hz</p> <p>Voltaje: 100-240V</p> <p>Potencia: 110W</p> <p>Protección: IP55</p>

		Capacidad de la bomba Contrapresión	49l/h 10bar
000190	2	C/U	1001301 Cable control universal 5 polos - 5 m
000200	2	C/U	809460 Válvula inyección G 3/4-DN10 PC1
000210	Antincrustante		
000220	3	C/U	DSBA Sistema de dosificación con depósito
		Identicode	DSBA1000N01NA21200
		Modelo	Estación de dosificación de 1000 l. en PE natural
		Depósito	sin cubeto de retención
		Versión cubeto para depósito	sin
		Cubeto de retención	con logo ProMinent
		Versión	con
		Tapón roscado con cierre	eléctrico a. inox. - 0,75 kW
		Agitador	Beta gammaX sin placa montaje
		Sujeción para bomba	con tubo 8x5
		Sistema de aspiración	en PVC
		Material del sistema de aspir.	2 est. conector circular
		Contacto de nivel, aspiración	sin
		Accesorios, válv. de drenaje	sin
		Sistema de calibración	CE
		Aprobación	BT4B
		Informar de la bomba requerida	SIEHE PUMPE UND RÜHRWERK
		Tensión de alimentación	SEE PUMP AND MIXER
		Tensión de alimentación	+1/+45°C
		Temperatura	1000 L
		Volumen	IP55
		Protección	
000230	4	C/U	BT4B Bomba dosificadora electromág. Beta 4b
		Identicode	BT4B0706PVT2000UA000A00
		Modelo	Bomba BETA 4 versión B
		Tipo bomba	07 bar - 8l/h conect. 8x5
		Material cabezal/válvulas	PVDF
		Material membrana (juntas)	recubierta PTFE / PTFE
		Tipo cabezal dosificador	con desair sin muelles en válv.
		Conexión hidráulica	según datos técnicos
		Versión	car. RAL5003/sapa RAL2003
		Logo	ProMinent
		Tensión de alimentación	100-240V, 50/60Hz
		Conexión eléctrica	2 m Europeo
		Accesorios	sin
		Opciones de control	sin
		Tipo de control	externo analog 0/4 - 20mA
		Valor para factor [0,01-100]	0
		Parada remota	control de pausa
		Frecuencia auxiliar	ajust. máx. 180 imp/min.
		Aprobación	CE
		Capacidad de la bomba (gal/h)	1,86gph
		Contrapresión (psi)	102psi
		Frecuencia (Hz)	50/60Hz
		Voltaje (V)	100-230V
		Potencia (W)	16,5W
		Protección	IP65/NEMA4X
		Capacidad de la bomba (l/h)	7,1l/h
		Contrapresión (bar)	07bar
000240	3	C/U	1001301 Cable control universal 5 polos - 5 m
000250	3	C/U	924592 Válvula de inyección 8x5 PCB
000260	Hidroxido sodio Pretratamiento		
000270	1	C/U	DSBA Sistema de dosificación con depósito
		Identicode	DSBA0500N01MA22100
		Modelo	Estación de dosificación de 500 l. en PE natural
		Depósito	sin cubeto de retención
		Versión cubeto para depósito	sin
		Cubeto de retención	con logo ProMinent
		Versión	con
		Tapón roscado con cierre	eléctrico a. inox. - 0,25 kW
		Agitador	Beta gammaX sin placa montaje
		Sujeción para bomba	con tubo 8x5
		Sistema de aspiración	en polipropileno
		Material del sistema de aspir.	2 est. conector circular
		Contacto de nivel, aspiración	sin
		Accesorios, válv. de drenaje	sin
		Sistema de calibración	sin
		Aprobación	CE
		Informar de la bomba requerida	GMXA
		Tensión de alimentación	SIEHE PUMPE UND RÜHRWERK
		Tensión de alimentación	SEE PUMP AND MIXER
		Temperatura	+1/+45°C
		Volumen	500 L
		Protección	IP55
000280	1	C/U	790369 Sis.asp.niv.2 cont.T.II 2m 8x5 PPE

000290	2	C/U	GMXA	Bomba dosificadora Gamma X	
				Identifcode	GMXA0715PVT2000UA0206ES
				Modelo	Bomba gamma X - versión A
				Tipo de bomba	07 bar - 15l/h - conector 8x5
				Material cabezal / válvulas	PVDF
				Material membrana / juntas	recubierta PTFE / PTFE
				Tipo cabezal dosificador	con desair sin muelles en válv
				Conexión hidráulica	según datos técnicos
				Detector de rotura de membrana	sin
				Versión	con RAL5003/fin RAL2003
				Logo	ProMinent
				Tensión de alimentación	100-230 V +1.10%, 50/60 Hz
				Conexión eléctrica	2 m. europeo
				Opciones de red	sin red
				Accesorios	sin
				Opciones de control	manu/rel.contr.pulsos=anal.
				Monitor de dosificación	entrada de señal de pulso
				Parada remota (pausa)	sin Bluetooth/sin remote stop
				Idioma	Español
				Aprobación	CE
				Idioma documento	Español
				Capacidad de la bomba (gph)	3.83gph
				Contrapresión (psi)	100psi
				Frecuencia (Hz)	50/60Hz
				Voltaje (V)	100-230V
				Potencia (W)	30W
				Protección	IP66/NEEMAX
				Capacidad de la bomba (lit)	14.5lit
				Contrapresión (bar)	07bar
000300	2	C/U	1001301	Cable control universal 5 polos - 5 m	
000310	2	C/U	809476	Válvula de inyección 8x5 PPE	
000320				Hipoclorito Calcico -Post-tramiento	
000330	1	C/U	DSBA	Sistema de dosificación con depósito	
				Identifcode	DSBA0809001UA21100
				Modelo	Estación de dosificación
				Depósito	de 500 L en PE natural
				Versión cubeto para depósito	sin cubeto de retención
				Cubeto de retención	sin
				Versión	con logo ProMinent
				Tapón roscado con cierre	con
				Agitador	eléctrico PVDF - 0.25 kW
				Sujeción para bomba	Beta, gamma/X sin placa montaje
				Sistema de aspiración	con tubo 8x5
				Material del sistema de aspir.	en PVC
				Contacto de nivel, aspiración	3 est. conector circular
				Accesorios, silb. de drenaje	sin
				Sistema de calibración	sin
				Aprobación	CE
				Informar de la bomba requerida	BT5B
				Tensión de alimentación	SEE PUMPE UND RUHRWERK
				Tensión de alimentación	SEE PUMP AND MIXER
				Temperatura	+5/+45°C
				Volumen	500 L
				Protección	IP55
000340	1	C/U	790363	Sis.asp.niv.2 cont.T.II 2m 8x5 PCB	
000350	2	C/U	BT5B	Bomba dosificadora electromág. Beta 5b	
				Identifcode	BT5B0713PVT2000UA000A00
				Modelo	Bomba Beta 5 - versión b
				Tipo de bomba	07 bar - 13l/h - conec. 8x5
				Material cabezal/válvulas	PVDF
				Material membrana/juntas	recubierta PTFE/ PTFE
				Tipo cabezal dosificador	con desair sin muelles en válv
				Conexión hidráulica	según datos técnicos
				Versión	con RAL5003/fin RAL2003
				Logo	ProMinent
				Tensión de alimentación	100-240V, 50/60Hz
				Conexión eléctrica	2 m. europeo
				Opciones de red	sin
				Accesorios	sin
				Opciones de control	sin
				Tipo de control	externo analógico 0/4 - 20 mA
				Valor para factor (0.01-100)	0
				Parada remota	paste break contact, niv break
				Frecuencia auxiliar	0.4-1.83 imp/min.
				Aprobación	CE
				Capacidad de la bomba (gph)	2.94gph
				Contrapresión (psi)	100psi
				Frecuencia (Hz)	50/60Hz
				Voltaje (V)	100-240V
				Potencia (W)	21.2W
				Protección	IP66/NEEMAX
				Capacidad de la bomba (lit)	11.0lit
				Contrapresión (bar)	07bar
000360	2	C/U	1001301	Cable control universal 5 polos - 5 m	
000370	2	C/U	924592	Válvula de inyección 8x5 PCB	
000380				Hidroxido sodio -Post-tramiento	

000390	1	C/U	DSBA	Sistema de dosificación con depósito	<p>Identificador DSBA0500N001MA02100</p> <p>Modelo Estación de dosificación</p> <p>Deposito 500 L en PE natural</p> <p>Versión cubeto para depósito sin cubeto de retención</p> <p>Cubeto de retención sin</p> <p>Versión con logo Profluent</p> <p>Tapón roscado con cierre</p> <p>Agitador eléctrico a. inox. - 0,25 kW</p> <p>Succión para bomba Beta, gamma/X sin placa montaje</p> <p>Sistema de aspiración con tubo 8x8</p> <p>Material del sistema de aspir. en polipropileno</p> <p>Contacto de nivel, aspiración 2 est. conector circular</p> <p>Accesorios, adv. de drenaje sin</p> <p>Sistema de calibración sin</p> <p>Aprobación CE</p> <p>Informar de la bomba requerida BT4B</p> <p>Tensión de alimentación SEC PUMP AND MIXER</p> <p>Tensión de alimentación +11-40°C</p> <p>Volumen 500 L</p> <p>Protección IP55</p>
000400	1	C/U	790369	Sis.asp.niv.2 cont.T.II 2m 8x5 PPE	
000410	2	C/U	BT4B	Bomba dosificadora electromág. Beta 4b	<p>Identificador BT4B0413PVT2009UAG05A00</p> <p>Modelo Bomba BETA 4 versión 3</p> <p>Tipo bomba 34 bar - 13/8 coned. 8x8</p> <p>Material cabezal/hélices PVDF</p> <p>Material membrana/juntas teflón/PTFE / PTFE</p> <p>Tipo cabezal dosificador con diafr. sin resorte en vaina</p> <p>Conexión hidráulica según datos técnicos</p> <p>Versión cat. RAL5003/tapa RAL2003</p> <p>Logo Profluent</p> <p>Tensión de alimentación 100-240V, 50/60Hz</p> <p>Conexión eléctrica 2 m Europeo</p> <p>Opciones de relé sin relé</p> <p>Accesorios sin</p> <p>Opciones de control sin</p> <p>Tipo de control externo analog 0/4 - 20mA</p> <p>Valor para factor [0,01-100] 3</p> <p>Parada remota control de pausa</p> <p>Frecuencia auxiliar ajust. máx. 190 imp/min.</p> <p>Aprobación CE</p> <p>Capacidad de la bomba (gal/l) 3,28gph</p> <p>Contrapresión (psi) 50psi</p> <p>Frecuencia (Hz) 50/60Hz</p> <p>Voltaje (V) 100-230V</p> <p>Potencia (W) 18,5W</p> <p>Protección IP65/NEMA4X</p> <p>Capacidad de la bomba (l/h) 12,3m³</p> <p>Contrapresión (bar) 04bar</p>
000420	2	C/U	1001301	Cable control universal 5 polos - 5 m	
000430	2	C/U	809476	Válvula de inyección 8x5 PPE	

Pos.	Cantidad	UM	Material	Denominación		
000010				Coagulante		
000020	1	C/U	DSBA	Sistema de dosificación con depósito		
			Identicode	DSBA1000N01WC41300		
			Modelo	Estación de dosificación		
			Depósito	de 1000 l. en PE natural		
			Versión cubeto para depósito	sin cubeto de retención		
			Cubeto de retención	sin		
			Versión	con logo ProMinent		
			Tapón roscado con cierre	con		
			Agitador	eléctrico PVDF - 0,75 kW		
			Sugerencia para bomba	WMA, Sigma1 sin placa montaje		
			Sistema de aspiración	DN 10		
			Material del sistema de aspir.	en PVC		
			Contacto de nivel, aspiración	2 est. conector circular		
			Accesorios, válv. de drenaje	sin		
			Sistema de calibración	sin		
			Aprobación	CE		
			Informe de la bomba requerida	S10B		
			Tensión de alimentación	SECS PUMPC UND RÜHRWERK		
			Tensión de alimentación	SEE PUMP AND MIXER		
			Temperatura	+1~+45°C		
			Volumen	1000 L		
			Protección	IP55		
000030	2	C/U	S10B	Bomba dosif. de motor Sigma 1 control B		
			Identicode	S10BH1004PVT5073UA01000ES		
			Modelo	Sigma 1 control versión B		
			Unidad de accionamiento	principal, membrana		
			Tipo de bomba	10 bar, 53 l/h		
			Material cabezal dosificación	PVDF		
			Material membrana / juntas	PTFE		
			Tipo de membrana	de segu. incl. de rotura óptica		
			Tipo cabezal dosificador	sin muelles en las válvulas		
			Conexión hidráulica	roscad y conex. manguera PVDF		
			Versión	con logo ProMinent		
			Tensión de alimentación	2 f., 100-240V, 50/60Hz, 110W		
			Conexión eléctrica	2 m. europeo		
			Opciones de relé	sin relé		
			Opciones de control	nan.+c.pulsos+an+perfiles dos.		
			Desconexión por sobrecarga	sin		
			Unidad de control	0		
			Código de acceso	sin control dos. dinámica		
			Idioma	español		
			Aprobación	CE		
			Capacidad de la bomba (gph)	14.0gph		
			Contrapresión (psi)	145psi		
			Frecuencia	50/60Hz		
			Voltaje	100-240V		
			Potencia	110W		
			Protección	IP55		
			Capacidad de la bomba	53l/h		
			Contrapresión	10bar		
000040	2	C/U	1001301	Cable control universal 5 polos - 5 m		
000050	2	C/U	809460	Válvula inyección G 3/4-DN10 PC1		
000060	1	C/U	790387	Sistema asp.DN10 - 1000 l. PCB		
000070	1	C/U	1029486	Connec. set suction ass. D16 DN10 PVT		
000080	1	C/U	1034879	Set nivel doble cont DN10/15 PVDF/PE, 3m		
000090				NaOCl (Presion maxima de la bomba ofertada de 4 bars)		
000100	1	C/U	DSBA	Sistema de dosificación con depósito		
			Identicode	DSBA1000N01WB01300		
			Modelo	Estación de dosificación		
			Depósito	de 1000 l. en PE natural		
			Versión cubeto para depósito	sin cubeto de retención		
			Cubeto de retención	sin		
			Versión	con logo ProMinent		
			Tapón roscado con cierre	con		
			Agitador	eléctrico PVDF - 0,75 kW		

				<p>Sujeción para bomba Sistema de aspiración Material del sistema de aspir. Contacto de nivel, aspiración Accesorios, válv. de drenaje Sistema de calibración Aprobación Informar de la bomba requerida Tensión de alimentación Temperatura Volumen Protección</p>	<p>Sigma 203 sin placa de montaje DN 32 en PVC 3 est. conector circular sin sin CE S3CB SIEHE PUMPE UND RÜHRWERK SEE PUMP AND MIXER +1/+45°C 1000 L IP55</p>	
000110	2	C/U	S3CB	Bomba dosif. de motor Sigma 3 control B		
				<p>Identifcode Modelo Unidad de accionamiento Tipo de bomba Material cabezal dosificación Material membrana / juntas Tipo de membrana Tipo cabezal dosificador Conexión hidráulica Versión Tensión de alimentación Conexión eléctrica Opciones de nivel Opciones de control Desconexión por sobrecarga Unidad de control Código de acceso Idioma Aprobación Capacidad de la bomba (gph) Contrapresión (psi) Frecuencia Voltaje Potencia Protección Capacidad de la bomba Contrapresión</p>	<p>S3CBH040302PVT3170LJAS1000EB Sigma 3 control versión B principal, membrana 4 bar , 1040 l/h PVDF estándar / PTFE de sega. Ind. de rotura óptico con 2 muelles 3, 1 bar en válv. roscad y conec. manguera PVDF con logo ProMinent 1fase, 100-240V, 50/60Hz, 420W cable y enchufe 2m Europa sin man. +c.pulsos+an+perfiles dos. sin 0 sin, control dos. dinámica español CE 274,0gph 58psi 50/60Hz 100-240V 420W IP55 1040l/h 4bar</p>	
Dual use good - pls. apply for export license!						
000120	2	C/U	1001301	Cable control universal 5 polos - 5 m		
000130	2	C/U	1002783	Válvula inyección DN32 PVT		
000140	4	C/U	358617	Rosca hembra G 2 DN32 PP		
000150	4	C/U	1005106	Boq.con.mang. flex.d40DN32PVDF		
000160	1	C/U	1005525	Lanza de aspiración DN32-1000l PC1		
000170	1	C/U	1029490	Conec. set suction ass. D40 D N32 PVT		
000180	1	C/U	1034682	Nivel 2 etapas DN32, enchufe 3 pol.,3m c		
000190				NaOH (Presion maxima de la bomba ofertada 4 bars, caudal maximo 1.040 l/h)		
000200	1	C/U	DSBA	Sistema de dosificación con depósito		
				<p>Identifcode Modelo Depósito Versión cubeto para depósito Cubeto de retención Versión Tapón roscado con cierre Agitador Sujeción para bomba Sistema de aspiración Material del sistema de aspir. Contacto de nivel, aspiración Accesorios, válv. de drenaje Sistema de calibración Aprobación Informar de la bomba requerida Tensión de alimentación Temperatura Volumen Protección</p>	<p>DSBA1000N01NB02200 Estación de dosificación de 1000 l. en PE natural sin cubeto de retención sin con logo ProMinent con eléctrico a. inox. - 0,75 kW Sigma 203 sin placa de montaje DN 32 en polipropileno 3 est. conector circular sin sin CE S3CB SIEHE PUMPE UND RÜHRWERK SEE PUMP AND MIXER +1/+45°C 1000 L IP55</p>	
000210	3	C/U	S3CB	Bomba dosif. de motor Sigma 3 control B	4.825,00	14.475,00

					Identificador: S3CBH040830PVTST1T0UA01000E5 Modelo: Sigma 3 control versión B Unidad de accionamiento: principal, membrana Tipo de bomba: 4 bar, 1043 l/h Material cabezal dosificación: PVDF Material membrana / juntas: estándar / PTFE Tipo de membrana: de segu. Ind. de rotura óptico Tipo cabezal dosificador: con 2 muelles 0,1 bar en valla Conexión hidráulica: racord y conos, manguera PVDF Versión: con logo ProMinent Tensión de alimentación: 1 fase, 100-240V, 50/60Hz, 420W Conexión eléctrica: cable y enchufe: 2m Europa Opciones de red: sin Opciones de control: sin, r.c.pulsos+an+perfiles dos. Desconexión por sobrecarga: sin Unidad de control: 0 Código de acceso: sin, control dos. dinámica Idioma: español Aprobación: CE Capacidad de la bomba (gph): 274 gph Contrapresión (psi): 58psi Frecuencia: 50/60Hz Voltaje: 100-240V Potencia: 420W Protección: IP65 Capacidad de la bomba: 1043l/h Contrapresión: 4bar Dual use good - pls. apply for export license!
000220	2	C/U	1001301	Cable control universal 5 polos - 5 m	
000230	2	C/U	1002763	Válvula inyección DN32 PVT	
000240	4	C/U	358517	Roeca hembra G 2 DN32 PP	
000250	4	C/U	1005106	Boq.con.mang. flex.d40DN32PVDF	
000260	1	C/U	1005524	Sistema aspiración DN32 - 1000 l. PPE	
000270	1	C/U	1020480	Convec. set suction ass. D40 D N32 PVT	
000280	1	C/U	1034882	Nivel 2 etapas DN32, enchufe 3 pol, 3m c	
000290	HCI (Presión máxima de la bomba ofertada 4 bars)				
000300	1	C/U	DSBA	Sistema de dosificación con depósito	Identificador: DSBA1000N501N881200 Modelo: Estación de dosificación Depósito: de 1000 l en PE natural Versión cubeto para depósito: sin cubeto de retención Cubeto de retención: sin Versión: con logo ProMinent Tapón roscado con cierre: con Agitador: eléctrico a. inx. - 0,75 kW Sujeción para bomba: Sigma 2/3 sin placa de montaje Sistema de aspiración: DN 32 Material del sistema de aspir: en PVC Contacto de nivel, aspiración: 2 est. conector circular Accesorios, válv. de drenaje: sin Sistema de calibración: sin Aprobación: CE Informar de la bomba requerida: S3CB Tensión de alimentación: SIEHE PUMPE UND RÜHRWERK Tensión de alimentación: SEE PUMP AND MIXER Temperatura: +1/-45°C Volumen: 1000 L Protección: IP55
000310	2	C/U	S3CB	Bomba dosif. de motor Sigma 3 control B	Identificador: S3CBH040830PVTST1T0UA01000E5 Modelo: Sigma 3 control versión B Unidad de accionamiento: principal, membrana Tipo de bomba: 4 bar, 1043 l/h Material cabezal dosificación: PVDF Material membrana / juntas: estándar / PTFE Tipo de membrana: de segu. Ind. de rotura óptico Tipo cabezal dosificador: con 2 muelles 0,1 bar en valla Conexión hidráulica: racord y conos, manguera PVDF Versión: con logo ProMinent Tensión de alimentación: 1 fase, 100-240V, 50/60Hz, 420W Conexión eléctrica: cable y enchufe: 2m Europa Opciones de red: sin Opciones de control: sin, r.c.pulsos+an+perfiles dos. Desconexión por sobrecarga: sin Unidad de control: 0 Código de acceso: sin, control dos. dinámica Idioma: español Aprobación: CE Capacidad de la bomba (gph): 274 gph Contrapresión (psi): 58psi

		Frecuencia		50/60Hz	
		Voltaje		100-240V	
		Potencia		420W	
		Protección		IP65	
		Capacidad de la bomba		10M ³ /h	
		Contrapresión		4bar	
Dual use good - pls. apply for export license!					
000320	2	C/U	1001301	Cable control universal 5 polos - 5 m	
000330	2	C/U	1002763	Válvula inyección DN32 PVT	
000340	4	C/U	358517	Rosca hembra G 2 DN32 PP	
000350	4	C/U	1005106	Boq.con.mang. flex.d40DN32PVDF	
000360	1	C/U	1005525	Lanza de aspiración DN32-1000l PC1	
000370	1	C/U	1020460	Connec. set suction ass. D40 D N32 PVT	
000380	1	C/U	1034882	Nivel 2 etapas DN32, enchufe 3 pol.,3m c	

5.23.1. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 5.24. EQUIPOS PLANTA SOLAR

5.24.1. OBRA CIVIL

Materiales básicos

Todos los materiales básicos que se utilizarán durante la ejecución de las obras, serán de primera calidad y cumplirán las especificaciones que se exigen en las Normas y Reglamentos de la legislación vigente.

Recogida y limpieza de la zona

Definición:

Se define como la limpieza y retirada de material de la zona, el trabajo consiste en extraer y retirar, de las zonas designadas, todos los materiales, objetos, o cualquier otro material no deseable para poder empezar la ejecución de la obra y al finalizarla.

Todo esto se realizará de acuerdo con las especificaciones y con los datos que, sobre el particular, incluyen los correspondientes documentos del Proyecto.

Ejecución de las obras:

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

Los materiales no combustibles serán retirados por el Contratista de la manera y en los lugares que se establezca el facultativo encargado de las obras.

5.24.2. EQUIPOS ELÉCTRICOS

Generalidades

El contratista será el responsable del suministro de los equipos, elementos eléctricos. La mínima protección será IP54, según DIN 40050, garantizándose una protección contra depósitos nocivos de polvo y salpicaduras de agua; garantía de protección contra derivaciones.

Se preverán prensaestopas de aireación en las partes inferiores de los armarios. En los armarios grandes, en la parte inferior y superior, para garantizar mejor la circulación del aire.

Así mismo no se dejará subir la temperatura en la zona de los cuadros eléctricos y de instrumentación por encima de los 35°C por lo que el contratista deberá estudiar dicha condición y los medios indicados en el proyecto, ventilación forzada y termostato ambiental, para que si no los considera suficiente prevea acondicionamiento de aire por refrigeración, integrada en los cuadros o ambiental para la zona donde están situados.

Así pues todos los armarios incorporarán además como elementos auxiliares propios, los siguientes accesorios:

Ventilación forzada e independiente del exterior. Resistencia de calentamiento.

Refrigeración, en caso de que se requiera.

Dispositivo químico-pasivo de absorción de la humedad.

Iluminación interior.

Seguridad de intrusismo y vandalismo.

Accesibilidad a todos sus módulos y elementos.

Se tendrán en cuenta las condiciones ambientales de uso. Por ello, se aplicará la clasificación 721-2 de polvo, arena, niebla salina, viento, etc. según norma IEC 721.

Para determinar los dispositivos de protección en cada punto de la instalación se deberá calcular y conocer:

La intensidad de empleo en función del coste. Fin, simultaneidad, utilización y factores de aplicación previstos e imprevistos. De éste último se fijará un factor, y éste se expresará en la oferta.

La intensidad del cortocircuito.

El poder de corte del dispositivo de protección, que deberá ser mayor que la ICC (intensidad de cortocircuito) del punto en el cual está instalado.

La coordinación del dispositivo de protección con el aparellaje situado aguas abajo.

La selectividad a considerar en cada caso, con otros dispositivos de protección situados aguas arriba.

Se determinará la sección de fases y la sección de neutro en función de protegerlos contra sobrecargas, verificándose:

La intensidad que pueda soportar la instalación será mayor que la intensidad de empleo, previamente calculada.

La caída de tensión en el punto más desfavorable de la instalación será inferior a la caída de tensión permitida, considerados los casos más desfavorables, como por ejemplo tener todos los equipos en marcha con las condiciones ambientales extremas.

Las secciones de los cables de alimentación general y particular tendrán en cuenta los consumos de las futuras ampliaciones.

Se verificará la relación de seguridad (V_c / V_L), tensión de contacto menor o igual a la tensión límite permitida según los locales ITCBT24, protección contra contactos directos e indirectos.

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos se hará, preferentemente, con interruptores automáticos de alto poder de cortocircuito, con un poder de corte aproximado de 50 kA, y tiempo de corte inferior a 10 ms. Cuando se prevean intensidades de cortocircuito superiores a las 50 kA, se colocarán limitadores de poder de corte mayor que 100 kA y tiempo de corte inferior a 5 ms.

Así mismo poseerán bloques de contactos auxiliares que discriminen y señalicen el disparo por cortocircuito, del térmico, así como posiciones del mando manual.

Idéntica posibilidad de rearme a distancia tendrán los detectores de defecto a tierra.

Las curvas de disparo magnético de los disyuntores, L-V-D, se adaptarán a las distintas protecciones de los receptores.

Cuando se empleen fusibles como limitadores de corriente, éstos se adaptarán a las distintas clases de receptores, empleándose para ello los más adecuados, ya sean aM, gF, gL o gT, según la norma UNE 21-103.

Todos los relés auxiliares serán del tipo enchufable en base tipo undecal, de tres contactos inversores, equipados con contactos de potencia, (10 A para carga resistiva, $\cos. \phi=1$), aprobados por UL.

La protección contra choque eléctrico será prevista, y se cumplirá con las normas UNE 20-383 y ITCBT24.

La determinación de la corriente admisible en las canalizaciones y su emplazamiento será, como mínimo, según lo establecido en ITCBT06. La corriente de las canalizaciones será 1,5 veces la corriente admisible.

Las caídas de tensión máximas autorizadas serán según ITCBT19, siendo el máximo, en el punto más desfavorable, del 3% en iluminación y del 5% en fuerza. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente, en las condiciones atmosféricas más desfavorables.

Los conductores eléctricos usarán los colores distintivos según normas UNE, y serán etiquetados y numerados para facilitar su fácil localización e interpretación en los planos y en la instalación. El

sistema de instalación será según la instrucción ITCBT20 y otras por interiores y receptores, teniendo en cuenta las características especiales de los locales y tipo de industria.

El contratista debe detallar en su oferta todos los elementos y equipos eléctricos ofrecidos, indicando nombre de fabricante.

Además de las especificaciones requeridas y ofrecidas, se debe incluir en la oferta:

a) Memorando de cálculos de carga, de iluminación, de tierra, protecciones y otros que ayuden a clasificar la calidad de las instalaciones ofertadas.

b) Diseños preliminares y planos de los sistemas ofertados. En planos se empleará simbología normalizada S/UNE 20.004 Se tenderá a homogeneizar el tipo de esquema, numeración de borneros de salida y entrada y en general todos los elementos y medios posibles de forma que facilite el mantenimiento de las instalaciones.

Cables de tensión nominal RV-K 0,6/1 kV

Los cables RV 0,6/1KV se regirán por las norma UNE 21.123-2.

Los conductores deberán estar constituidos según la norma UNE 21.022 y serán salvo que se exprese lo contrario de cobre recocido. Las características físicas, mecánicas y eléctricas del material deberán satisfacer lo previsto en las normas UNE 21.011, así como las normas sobre la no propagación de la llama: UNE-EN 50625-2-1, IEC 60332-1, NFC 32070-C2 y de no propagación del incendio UNE 50266-2-4, IEC 60332-3 Y IEEE 383.

Los aislamientos serán de una mezcla de polietileno reticulado del tipo XLPE según designación de la norma UNE 21.123.

Las cubiertas serán de una mezcla de PVC del tipo ST2 según designación de la misma norma.

Siempre que los elementos de la instalación lo permitan se efectuarán las conexiones con terminales de presión y fundas termorretráctiles. En cualquier caso, se retirará la envoltura imprescindible para realizar el acoplamiento a terminales o bornas de conexión. No se admitirán conexiones donde el conductor sobresalga de la borna o terminal.

Las derivaciones se realizarán siempre mediante bornas o kits. No se permitirán empalmes realizados por torsión de un conductor sobre todo.

Los cables se fijarán a los soportes mediante bridas, abrazaderas o collares de forma que no se perjudique a las cubiertas de los mismos. La distancia entre dos puntos de fijación consecutivos no excederá de 0,40 metros para conductores sin armar, y 0,75 metros para conductores armados.

Cuando por las características del tendido sea preciso instalarlos en línea curva, el radio de curvatura será como mínimo el siguiente:

Diámetro exterior < 25 mm 4 veces el diámetro

Diámetro exterior 25 a 50 mm. 5 veces el diámetro

Diámetro exterior > 50 mm 6 veces el diámetro

Cuando en una bandeja o patinillo se agrupen varios cables, cada uno irá identificado mediante un rótulo en que se exprese su código de identificación que necesariamente deberá coincidir con el que aparezca en los documentos del Proyecto. El rótulo será en letras y/o números indelebles e irá en un tarjetero firmemente sujeto al cable, cada 3 metros y en todas las cajas de derivación o empalme.

Conductores de protección

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección será la indicada en la instrucción ITC-BT-19.

Identificación de los conductores

Los conductores serán de cobre electrostático, de conductividad 56 Ohm/mm², con doble capa de aislamiento, siendo su tensión nominal de 1000 V para los conductores instalados en canalización subterránea y por canaleta homologados según las Normas UNE de la instrucción ITC-BT-02.

Para la identificación de los conductores se seguirá lo dispuesto en la instrucción ITC-BT-19, utilizándose los siguientes colores.

Fases: negro, marrón o gris.

Neutro: azul claro.

Conductor de potencia: amarillo-verde (bicolor).

Tubos y canalizaciones protectoras

Los tubos protectores cumplirán con la Instrucción ITC-BT-21.

Cajas de empalme y derivación

Todos serán construidos de acuerdo con la norma UNE-EN 60.439.1, CEI 695.2, CEI 529 y CEI 144. Estarán construidos con chapa de acero de 10 mm de espesor como mínimo, salvo que se exprese lo contrario. El tratamiento a que se someterá la chapa será el siguiente: limpieza, preparación y acabado. La limpieza incluirá una fase inicial de lijado con lija de hierro y estropajo de aluminio y una segunda fase de desecado de grasa mediante la aplicación de disolvente celulósico a las superficies externas e internas.

La preparación de la superficie incluirá una primera fase de fosfatado con finalidad anticorrosiva, una segunda fase de emplastecido para cubrir las irregularidades, arañazos o pequeñas magulladuras de la chapa, una tercera fase de lijado para igualar la superficie emplasticada y finalmente una cuarta fase de impregnación con tres manos de cromato de cinc.

El acabado incluirá las operaciones de pintado y limpieza final.

El pintado constará de dos etapas, una de pintura intermedia y otra final, ambas con un esmalte de secado al horno del color que estipule la Dirección Técnica. Salvo que se exprese lo contrario, el grado de protección será IP 45.

Estarán cerrados por todas sus cargas excepto cuando se trate de grandes armarios apoyados sobre bancada y los cables de entrada y salida acudan al cuadro a través de la misma. Serán registrables mediante puerta.

Cuadros eléctricos

En los cuadros eléctricos se incluirán pulsadores frontales de marcha y parada, con señalización del estado de cada aparato (funcionamiento y avería).

El concursante razonará el tipo elegido, indicando las siguientes características:

Estructura de los cuadros, con dimensiones, materiales empleados (perfiles, chapas, etc.), con sus secciones o espesores, protección antioxidante, pinturas, etc.

Compartimentos en que se dividen.

Elementos que se alojan en los cuadros (embarrados, aisladores, etc.), detallando los mismos.

Interruptores automáticos.

Salida de cables, relés de protección, aparatos de medida y elementos auxiliares.

Protecciones que, como mínimo, serán:

Mínima tensión, en el interruptor general automático.

Sobrecarga en cada receptor.

Cortocircuitos en cada receptor.

Defecto a tierra, en cada receptor superior a 10 CV. En menores reagrupados en conjunto de máximo 4 elementos. Estos elementos deben ser funcionalmente semejantes.

Se proyectarán y razonarán los enclavamientos en los cuadros, destinados a evitar falsas maniobras y para protección contra accidentes del personal, así como en el sistema de puesta a tierra del conjunto de las cabinas.

La distribución del cuadro será de tal forma que la alimentación sea la celda central y a ambos lados se vayan situando las celdas o salidas cuando sea necesario.

En las tapas frontales se incluirá un sinóptico con el esquema unipolar plastificado incluyendo los aparatos de indicación, marcha, protección y título de cada elemento con letreros también plastificados.

Se indicarán los fabricantes de cada uno de los elementos que componen los cuadros y el tipo de los mismos.

Características:

Fabricante: A determinar por el contratista.

Tensión nominal de empleo: 380 V.

Tensión nominal de aislamiento: 750 V.

Tensión de ensayo: 2.500 V durante 1 segundo.

Intensidades nominales en el embarrado horizontal: 500, 800, 1.000, 1.250, 2.500 amperios.

Resistencia a los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuitos: 50 kA.

Protección contra agentes exteriores: IP-54, según IEC, UNE, UTE y DIN.

Dimensiones: varias, con longitud máxima de 2000 mm.

Aparatos de mando y maniobra

Protección contra sobrecargas

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobrecargas que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobrecargas previsibles.

Las sobrecargas pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobrecargas.

Protección contra sobrecargas

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

Para la protección del conductor neutro o compensador se tendrá en cuenta:

- Cuando el conductor neutro o compensador del circuito tenga una sección inferior a los conductores de fase o polares, y pueda preverse en él sobrecargas que no hagan actuar los dispositivos de protección destinados exclusivamente a aquellos, se colocará un dispositivo de protección general que disponga de un elemento que controle la corriente en el conductor neutro o compensador, de forma que haga actuar el mismo cuando la sobrecarga en este conductor pueda considerarse excesiva.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

- En los demás casos, se admite que la protección del conductor neutro o compensador esta convenientemente asegurada por los dispositivos que controlan la corriente en los conductores de fase o polares.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

Protección contra cortocircuitos.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

Situación de los dispositivos de protección

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados.

No obstante, no exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente. Esta prescripción no será aplicable a los circuitos destinados a la alimentación de locales mojados o que presenten riesgos de incendio o explosión.

Características de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles eran colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido contruidos.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas.

Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

Cuadros de distribución

En el origen de toda instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará un cuadro de distribución en el que se dispondrán un interruptor general de corte omnipolar, así como los dispositivos que parten de dicho cuadro. El cuadro estará construido con materiales adecuados no inflamables.

Protección contra sobretensiones de origen atmosférico

Cuando sean de temer sobretensiones de origen atmosférico, las instalaciones deberán estar protegidas mediante descargadores a tierra situados lo más cerca posible del origen de aquéllas.

En las redes con conductor neutro puesto a tierra, los descargadores deberán conectarse entre cada uno de los conductores de fase o polares y una toma de tierra unida al conductor neutro.

En las redes con neutro no puesto directamente a tierra, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador, y tierra.

En general, las instalaciones en las que sean de temer sobretensiones de origen atmosférico, se establecerán de forma que quede suficiente separación entre las canalizaciones eléctricas, tanto en el interior como en el exterior de los edificios, en relación con las partes o elementos metálicos unidos a tierra.

La línea de puesta a tierra de los descargadores debe estar aislada. La resistencia de tierra tendrá un valor de 10 ohmios, como máximo.

Puestas a tierra

Las puestas a tierra de la instalación, cuando sean necesarias, se establecerán según se indica en la Instrucción ITC-BT-18.

Protección contra contactos directos

Para considerar satisfecha en las instalaciones, la protección contra los contactos directos, se tomará una de las medidas siguientes:

a) Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan que sea imposible un contacto fortuito con las manos, o por la manipulación de objetos conductores, cuando éstos se utilicen habitualmente cerca de la instalación.

Se considerará zona alcanzable con la mano la que, medida a partir del punto donde la persona pueda estar situada, está a una distancia límite de 2,50 metros hacia arriba, 1,00 metros lateralmente y 1,00 metros hacia abajo. En la figura 1 se señala gráficamente esta zona.

b) Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos de protección deben estar fijados en forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función. Si los obstáculos son metálicos y deben ser considerados como masas, se aplicará una de las medidas de protección previstas contra los contactos indirectos.

c) Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades con el tiempo, y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 miliamperio. La resistencia del cuerpo humano será considerada como de 2.500 ohmios.

Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no serán considerados como aislamiento satisfactorio a estos efectos.

Protección contra contactos indirectos

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Por lo que se refiere a estas medidas de protección, se tendrá en cuenta:

a) Instalaciones con tensiones de hasta 250 voltios con relación a tierra: - En general, con tensiones de hasta 50 voltios con relación a tierra en locales o emplazamientos secos y no conductores, o de 24 voltios en locales o emplazamientos húmedos o mojados, no es necesario establecer sistema de protección alguno.

Con tensiones superiores a 50 voltios es necesario establecer sistemas de protección para instalaciones al aire libre;: en locales con suelo conductor, como por ejemplo, de tierra, arena, piedra, cemento, baldosas, madera dura e incluso ciertos plásticos; en cocinas públicas o domésticas con instalaciones de agua o gas, aunque el suelo no sea conductor; en salas clínicas y, en general, en todo local que incluso teniendo el suelo no conductor quepa la posibilidad de tocar simultánea e involuntariamente elementos conductores puestos a tierra y masas de aparatos de utilización.

b) Instalaciones con tensiones superiores a 250 voltios con relación a tierra:

En estas instalaciones es necesario establecer sistemas de protección cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, particularidades del lugar, etc., de que se trate.

Las medidas de protección contra los contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

Clase A

Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y elementos conductores, entre los cuales pueda aparecer una diferencia de potencial peligrosa.

Los sistemas de protección de la Clase A, son los siguientes:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección.
- Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

Clase B

Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático, que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Los sistemas de protección de la Clase B, son los siguientes:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la Clase A no es generalmente posible, sino de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de una instalación.

Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumergimiento del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Transformadores de potencia

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

Red de tierras

En cada instalación se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales, que las masas metálicas no podrán ponerse a una tensión superior a 24 V, respecto de la tierra.

Todas las carcasas de aparatos de alumbrado, así como enchufes, etc., dispondrán de su toma de tierra, conectada a una red general independiente de la de los centros de transformación y de acuerdo con el reglamento de B.T.

Las instalaciones de toma de tierra, seguirán las normas establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones complementarias.

Los materiales que compondrán la red de tierra estarán formados por placas, electrodos, terminales, cajas de pruebas con sus terminales de aislamiento y medición, etc.

Donde se prevea falta de humedad o terreno de poca resistencia se colocarán tubos de humidificación además de reforzar la red con aditivos químicos.

La resistencia mínima a corregir no alcanzará los 4 ohmios.

La estructura de obra civil será conectada a tierra. Todos los empalmes serán tipo soldadura aluminotérmica sistema CADWELL o similar.

Equipos de medida

Este centro incorpora los dispositivos necesitados para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparatenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal. Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas prefabricadas empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartamentación interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

5.24.3. ENSAYOS

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista deberá de realizar los ensayos adecuados para probar, a la total satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos, y cableados han estado instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa al Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en informes indicando la fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como la categoría profesional.

Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia del aislamiento entre fases y entre fase y tierra, que se realizará de la forma siguiente:

Alimentación a los cuadros. Con el receptor desconectado medir la resistencia de aislamiento desde el lado de la salida de los arrancadores.

Maniobra de los equipos de interconexión. Con los cables conectados a las estaciones de maniobra y a los dispositivos de protección y mando medir la resistencia de aislamiento entre fases y tierra. Alumbrado y fuerza. Medir la resistencia de aislamiento de todos los aparatos que han estado conectados.

Se comprobará la puesta a tierra para determinar la continuidad de los cables de tierra y de sus conexiones y se medirá la resistencia de los electrodos de tierra.

Se comprobarán todas las alarmas del equipo eléctrico para comprobar el funcionamiento adecuado, haciéndolas activar simulando condiciones anormales.

Se comprobarán los cargadores de baterías para comprobar su funcionamiento correcto de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.

Todas las lámparas de señalización se verificarán a través de un pulsador de prueba.

5.24.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, incluyendo juntas de estanqueidad y pequeño material como tornillería, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

CAPITULO VI. CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Artículo 6.1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS

6.1.1. MATERIALES

A) CRUCES (CABLES ENTUBADOS).

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceo, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones será de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) Agua - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) Mezcla - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

6.1.2. EJECUCIÓN

A) PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

B) ZANJAS.

Zanjas en tierra:

Ejecución: Su ejecución comprende:

- Apertura de las zanjas.
- Suministro y colocación de protección de arena.
- Suministro y colocación de protección de testigo plástico.
- Colocación de la cinta de atención al cable.
- Tapado y apisonado de las zanjas.
- Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Apertura de las zanjas: Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

Suministro y colocación de protecciones de arenas: La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

Suministro y colocación de protección de testigo plástico: Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de testigo plástico libre de halógenos PPC-00, con la inscripción de cables eléctricos, siendo su anchura de 25 cm. y su longitud de 1 m., cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

Colocación de la cinta de atención al cable: En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos atención a la existencia del cable, tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

Tapado y apisonado de las zanjas: Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de atención a la existencia del cable, se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes: Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados: Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución:

- Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,00 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

La separación mínima entre ejes de cables tripolares, o de cables unipolares, componentes de distinto circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo, o de 25 cm. entre capas externas sin ladrillo intermedio.

La distancia entre capas externas de los cables unipolares de fase será como mínimo de 8 cm. con un ladrillo o rasilla colocado de canto entre cada dos de ellos a todo lo largo de las canalizaciones.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 1 m. de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,70 m. deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la Obra.

- Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm. en la proyección horizontal de ambos.

d) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

- Zanja con más de una banda horizontal.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

Zanjas en roca:

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

Zanjas anormales y especiales:

La separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

Rotura de pavimentos:

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.
- b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

Reposición de pavimentos:

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

C) CRUCES (CABLES ENTUBADOS).

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

- Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

Dimensiones y características generales de ejecución:

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se echa previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable queda situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

Características particulares de ejecución de cruzamiento y paralelismo de determinado tipo de instalaciones:

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m. y a una profundidad mínima de 1,30 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de una conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 3 mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m. de un empalme del cable.

En el paralelismo entre el cable de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- 0,50 m. para gaseoductos.
- 0,30 m. para otras conducciones.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1m. de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir una distancia mínima en proyección sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m. en los cables interurbanos o a 0,30 m. en los cables urbanos.

D) TENDIDO DE CABLES.

Tendido de cables en zanja abierta:

Manejo y preparación de bobinas: Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

Tendido de cables: Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm² en cables trifásicos y a 5 kg/mm² para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en todo su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena entanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

Tendido de cables en galería o tubulares:

Tendido de cables en tubulares: Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUCES (cables entubados)).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

Tendido de cables en galería: Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de A Colocación de Soportes y Palomillas.

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

E) MONTAJES.

Empalmes:

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

Botellas terminales:

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductoras dadas en el apartado anterior de Empalmes.

Autoválvulas y seccionador:

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20 W.

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. f inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

Herrajes y conexiones:

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

Colocación de soportes y palomillas:

Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón: Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo: Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

F) VARIOS.

Colocación de cables en tubos y engrapado en columna (Entronques aéreo-subterráneos para M.T.):

Los tubos serán metálicos de acero galvanizado y se colocarán de forma que no dañen a los cables y queden fijos a la columna, poste u obra de fábrica, sin molestar el tránsito normal de la zona, con 0,50 m. aproximadamente bajo el nivel del terreno, y 2,50 m. sobre él. Cada cable unipolar de M.T. pasará por un tubo.

El engrapado del cable se hará en tramos de uno o dos metros, de forma que se repartan los esfuerzos sin dañar el aislamiento del cable.

El taponado del tubo será hermético y se hará con un capuchón de protección de neopreno o en su defecto, con cinta adhesiva o de relleno, pasta que cumpla su misión de taponar, no ataque el aislamiento del cable y no se estropee o resquebraje con el tiempo para los cables con aislamiento seco. Los de aislamiento de papel se taponarán con un rollo de cinta Tupir adaptado a los diámetros del cable y del tubo.

G) TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

6.1.3. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, pequeño material, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 6.2. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

6.2.1. MATERIALES

A) APARAMENTA A.T.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF₆) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF₆ confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en SF₆ resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

Las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del centro de transformación, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna

- manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexas mediante tornillos.
 - Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termorretráctiles para cables de papel impregnado.
 - Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
 - Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (V_n):

$U_n \leq 20 \text{ kV}$

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - o A tierra y entre fases: 50 kV
 - o A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - o A tierra y entre fases: 125 kV
 - o A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

$20 \text{ kV} < U_n \leq 30 \text{ kV}$

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - o A tierra y entre fases: 70 kV
 - o A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - o A tierra y entre fases: 170 kV
 - o A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

B) TRANSFORMADORES

El transformador será trifásico, bobinado en cobre, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de ester vegetal, con regulación de tensión primaria mediante conmutador, según las especificaciones técnicas MCT-ET-02.001.

C) EQUIPOS DE MEDIDA

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será

preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores manguera, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, apantallado de 2x6 mm² de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

D) ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

6.2.2. EJECUCIÓN

A) EMPLAZAMIENTO

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

B) EXCAVACIÓN

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

C) ACONDICIONAMIENTO

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.
- Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.
- Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

D) EDIFICIO

El edificio será el previsto dentro de las edificaciones de obra civil que contempla el proyecto, con las dimensiones que se contempla en el documento de planos.

Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.

- Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.
- También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.
- La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.
- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino.
- Las puertas de acceso serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

E) EVACUACIÓN Y EXTINCIÓN DEL ACEITE AISLANTE

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

F) VENTILACIÓN

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D.

G) APARAMENTA A.T.

Los cables se conectionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

H) TRANSFORMADORES

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del centro.

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

I) EQUIPOS DE MEDIDA

Cuando el centro de transformación sea tipo "productor en régimen especial", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contador tarificador electrónico, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

J) ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

K) ALUMBRADO

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

L) PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.
- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm².
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm². La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

M) NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

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

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía suministradora de la electricidad.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el D.O., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

6.2.3. CONTROL DE CALIDAD

A) PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

La aparatada eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación de cableado.
- Ensayo de frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- Verificación del grado de protección.

B) CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

C) ENSAYOS PARA LA RECEPCIÓN DE LA OBRA

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

- Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.
- Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.
- Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

6.2.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

A) PREVENCIÓNES GENERALES.

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio al centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de aparamenta y número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente

Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

B) PUESTA EN SERVICIO.

Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

C) SEPARACIÓN DE SERVICIO.

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

D) MANTENIMIENTO.

El mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60°C.

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

E) LIBRO DE ORDENES

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

6.2.5. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, pequeño material, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 6.3. LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRANEAS DE BAJA TENSIÓN

6.3.1. MATERIALES

A) PROTECCIÓN DE ARENA

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de substancias orgánicas, arcillas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de miga o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de Obra, será necesario su cribado.

B) ASIENTOS DE TUBOS

Se realizará con hormigón en masa según planos o en su defecto según justificación de precios.

C) PROTECCIÓN MECÁNICA DE PLACA CUBRECABLES

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Todos los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentarán caras planas con estrías.

6.3.2. EJECUCIÓN

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de canalización subterránea, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de empezar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de las bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros de vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Telefónica, Iberdrola S.A., etc.) para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.

- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua, y de gas con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios. Para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.
- Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuesto el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

A) CONDUCTORES: TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, CRUCES Y PROTECCIONES

Tendido:

El transporte de bobinas de cable se realizará sobre camiones o remolques apropiados.

Las bobinas estarán convenientemente calzadas y no se podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina sobre la capa exterior del cable enrollado.

La carga y descarga se realizará suspendiendo la bobina por medio de una barra que pasen por el eje central de la bobina y con los medios de elevación adecuados a su peso. No se dejarán caer al suelo desde un camión o remolque.

Los desplazamientos de las bobinas sobre el suelo, rodándolas, se realizarán en el sentido de rotación indicado generalmente con una flecha en la bobina, con el fin de evitar que se afloje el cable.

Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina. En caso de trazados con pendiente, suele ser conveniente tender cuesta abajo. Se procurará colocarla lo más alejada posible de los entubados.

La bobina estará elevada y sujeta por medio de la barra y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación será tal que la salida de cable durante el tendido se realice por su parte superior.

Antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento las zanjas abiertas o en los interiores de los tubos, para comprobar que se encuentran sin piedra u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido, realizando las verificaciones oportunas (paso de testigo por los tubos).

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc.; y teniendo siempre presente que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo por una funda de malla metálica.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando de la vena del cable, al que se habrá adosado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción igualo inferior a 2,4 daN/mm² ó al indicado por el fabricante del cable.

Los cabrestantes u otras máquinas que proporcionen la tracción necesaria para el tendido, estarán dotadas de dinamómetros apropiados.

El tendido de los conductores se interrumpirá cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C, por la rigidez que toma el aislamiento a esa temperatura.

Los conductores se colocarán en su posición definitiva, tanto en las zanjas como en canales de obra, las galerías, siempre a mano, sin utilizar palancas u otros útiles; quedarán perfectamente alineados en las posiciones indicadas en el proyecto.

Para identificar los cables unipolares se marcarán con cintas adhesivas de colores verdes, amarillo, marrón y gris, cada 1,5 m.

Cada 10m, como máximo, y sin coincidir con las cintas de señalización, se pondrán unas abrazaderas de material sintético, de color negro que agrupen a los conductores y los mantenga unidos.

En los tubos no se permitirá el paso de dos circuitos por el mismo tubo.

Cuando en una zanja coincidan líneas de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel, de forma que en cada banda se agrupen los cables de igual tensión. La separación mínima entre cada dos bandas será de 10 cm. La separación entre dos cables de BT dentro de una misma banda será de 7 cm., como mínimo.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Cuando se coloque por banda más de los circuitos indicados, se abrirá una zanja de anchura especial, teniendo siempre en cuenta las separaciones mínima de 7 cm. entre líneas de BT.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta con sus extremos protegidos convenientemente para asegurar su estanqueidad.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina.

Antes del tapado de los conductores con la segunda capa de arena, se comprobará que durante el tendido no se han producido erosiones en la cubierta del cable

Empalmes:

Los manguitos de empalme a utilizar serán los adecuados a la naturaleza del cable y tendrán la calificación de Material Aceptado.

Serán los indicados por el fabricante para el tipo y sección de los cables que se tiendan.

Terminales:

Los terminales serán colocados en los conductores para su conexión a los cuadros y cajas (CGP y CS), serán de características adecuadas a la sección y naturaleza de los cables.

Estarán firmemente sujetos a las cuerdas de los conductores, utilizando las técnicas indicadas por su fabricante, tanto para la limpieza del aluminio como para la ejecución de los punzonados necesarios para su sujeción.

Cruces:

En los cruzamientos y paralelismos con otros servicios, se atenderá a lo dispuesto por los Organismos Oficiales, propietarios de los servicios a cruzar. En cualquier caso, las distancias a dichos servicios serán, como mínimo 25 cm.

No se instalarán conducciones paralelas a otros servicios coincidentes en la misma proyección vertical. La separación entre los extremos de dichas proyecciones será mayor de 30 cm.

En los casos excepcionales en que las distancias mínimas indicadas anteriormente no puedan guardarse, los conductores deberán colocarse en el interior de tubos de material incombustible de suficiente resistencia mecánica

Protecciones:

Sobre el asiento del cable en arena se colocará una protección mecánica de un tubo termoplástico de un diámetro de 160 mm., o un tubo y una placa cubrecable, según el caso. Se colocará la protección mecánica a lo largo de la canalización en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

En las canalizaciones, salvo en los cruces en calzadas, se colocará una cinta de polietileno, con el anagrama de IBERDROLA. Se colocarán a lo largo de la canalización, en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

En los cambios de dirección se construirán preferentemente calas de tiro y excepcionalmente de arquetas ciegas, registrables de hormigón o ladrillo, de dimensiones necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea, como mínimo, 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90°, y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes.

B) ACCESORIOS

Las CGP o CPM se colocarán lo más próxima posible a la red de distribución, y en terreno propiedad del cliente, tal como se indica en el Capítulo I de las Normas Particulares (MT –NEDIS 2.03.20).

El hueco necesario para alojar las CGP estará acondicionado interiormente con sus paramentos, enlucidos y sus dimensiones serán las indicadas en los planos. Irá dotado de una puerta con candado o cerradura normalizada por Iberdrola.

La entrada de los cables se realizará a través de tubos termoplásticos, salvo los tubos de entrada a los huecos del apartado anterior, que atraviesen sitios accesibles, tales como aristas inferiores de sótanos o garajes, en cuyo caso serán de acero con suficiente rigidez mecánica, para evitar su aplastamiento.

La CGP estará sujeta mediante pernos roscados a tacos antigiratorios anclados a la pared, de forma que su sujeción sea firme y segura.

La CPM que alimente a dos clientes situados en parcelas colindantes, se colocará en la medianería entre ambas, de forma que las derivaciones individuales a cada uno de ellos discurra por su propiedad.

Las dimensiones de las fundaciones para las CPM serán las indicadas en los planos del proyecto, respetándose las cotas de empotramiento en el terreno de la fundación y la altura sobre las aceras de los armarios, según sean éstos de medida o de seccionamiento y medida.

Las fundaciones de las CPM podrán ser de hormigón prefabricado o de ladrillo macizo.

Estarán dotadas de casquillos metálicos apropiados, a los que atornillarán los pernos de anclaje de los armarios asegurando su sujeción firme.

Las CPM quedarán, una vez instaladas, alineadas con los cerramientos de las parcelas o con las fachadas de las edificaciones.

Las fundaciones se montarán de forma que, una vez instalados sobre ellas las cajas, éstas queden perfectamente aplomadas.

Los cables de la acometida estarán señalizados con los colores indicados en la identificación 20.2. Las cintas de identificación se colocarán de forma que no oculten la zona de conexión al borne correspondiente de la CGP o CPM. Su situación en la CGP será (mirando la caja de frente) a la izquierda, el conductor neutro de color gris y a continuación las fases verde, amarillo y marrón.

El neutro de todas las cajas se pondrá a tierra, por medio de un cable aislado o desnudo de 50 mm² de Cu conexionado a una pica bimetálica, por medio de una pieza de conexión y sellado con cinta antihumedad.

C) MEDIDAS ELÉCTRICAS

El cálculo de los conductores se realizará teniendo en cuenta la potencia a transportar, la corriente máxima de cortocircuito, así como la longitud de los mismos para una caída de tensión máxima del 5% de la tensión nominal.

D) OBRA CIVIL

El constructor, antes de empezar los trabajos de excavación en apertura de zanjas, hará un estudio de canalización, de acuerdo con las normas municipales. Determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. Decidirá las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo a la obra.

Las zanjas se abrirán en terrenos de dominio público, preferentemente bajo acera.

En las zonas donde existan servicios de Iberdrola instalados con antelación a los del proyecto, las zanjas se abrirán sobre estos servicios, con objeto de que todos queden agrupados en la misma zanja.

Las dimensiones de las zanjas serán las definidas en el proyecto.

E) ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO, ZANJAS EN TIERRA, EJECUCIÓN:

Su ejecución comprende:

- Apertura de las zanjas.
- Suministro y colocación de protección de arena.
- Asiento de tubos con hormigón H175
- Suministro y colocación de protección mecánica.
- Colocación de la cinta de "atención al cable"
- Tapado y apisonado de las zanjas.
- Carga y transportes a vertederos de las tierras sobrantes. h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Apertura de las zanjas:

El constructor, antes de empezar los trabajos de excavación en apertura de zanjas, hará un estudio de canalización de acuerdo con las normas municipales. Determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. Decidirá las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo a la obra.

Se marcarán en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Las zanjas se abrirán en terrenos de dominio público, preferentemente bajo acera.

En las zonas donde existan servicios de Iberdrola instalados con antelación a los del proyecto, las zanjas se abrirán sobre estos servicios, con objeto de que todos queden agrupados en la misma zanja.

Las dimensiones de las zanjas serán las definidas en el documento Memoria.

En los casos especiales debidamente justificados, en que la profundidad de la colocación de los conductores sea inferior al 60% de la reglamentaria, se protegerán mediante tubos, conductores, chapas, etc., de adecuada resistencia mecánica. Cuando la zanja transcurra por terrenos rocosos, se admitirá que la profundidad de los conductores sea 2/3 de la indicada en Memoria.

En los cruzamientos y paralelismos con otros servicios, se atenderá a lo dispuesto por los Organismos Oficiales propietarios de los servicios a cruzar. En cualquier caso, las distancias a dichos servicios serán como mínimo de 25 cm.

En los casos excepcionales en que las distancias mínimas indicadas anteriormente no puedan guardarse los conductores deberán colocarse en el interior de tubos de material incombustible de suficiente resistencia mecánica.

La zanja se realizará lo más recta posible, manteniéndose paralela en toda su longitud a los bordillos de las aceras o a las fachadas de los edificios principales.

En los trazados curvos, la zanja se realizará de forma que los radios de los conductores, una vez situados en sus posiciones definitivas, sean como mínimo 10 veces el diámetro del cable.

Las cruces de las calzadas serán rectos, a ser posible perpendiculares al eje de las mismas.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc. tanto existentes como futuras, serán ejecutados cruces de tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

Colocación de protección de arena:

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

Asientos de tubos:

El número de tubos y su distribución en capas serán los indicados en planos y estarán hormigonados en toda su longitud.

Una vez instalados, los tubos no presentarán en su interior resaltes que impidan o dificulten el tendido de los conductores.

Antes de la colocación de la capa inferior de los tubos, se extenderá una tongada de hormigón de 5 cm. de espesor que ocupe todo el ancho de la zanja; su superficie deberá quedar nivelada y lo más lisa posible.

Sobre esta tongada se colocarán todos los tubos, quedando alineados y no presentarán en su interior resaltes ni rugosidades.

Los tubos irán separados entre sí 2 cm. tanto en su proyección horizontal como vertical, por medio de separadores.

El conjunto de los tubos se cubrirá con hormigón hasta una cota que rebase la parte superior de los tubos al menos 10 cm. y que ocupe todo el ancho de las zanjas.

Suministro y colocación de protección mecánica de placa cubrecables:

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o tema de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o tema de cables en mazos, que se añada en la misma capa horizontal.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M. T. o una o varias temas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

Colocación de la cinta de "atención al cable":

En las canalizaciones de cables de M. T. se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia de cable", tipo UNESA con el anagrama de Iberdrola Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de M. T. tripolar o tema de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

Tapado y apisonado de las zanjas:

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavaciones (Previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "atención al cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d}. El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes:

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como al esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertederos.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados:

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

Normas para la ejecución:

Zanja normal para baja tensión: Se considera como zanja normal para cables de B. T. la que tiene 0,45 m. de anchura media y profundidad mínima de 0,70 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obra.

La distancia mínima entre los conductores más cercanos de dos líneas distintas será como mínimo de 10 cm.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 0,60 m. de profundidad.

Zanja para B. T. en terreno con servicios: Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos:

- Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.
- Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
- Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm. en la proyección horizontal de ambos.

- Cuando en la proximidad de una canalización existen soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente, a lo largo de la fundación del soporte prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquélla, con la aprobación del Supervisor de Obra.

Zanja con más de una banda horizontal:

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de B. T. Y M. T. cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de M. T. vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de B. T. en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de a 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

Zanjas en roca:

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

Zanjas anormales y especiales:

La separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con las precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

Rotura de pavimentos:

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) La rotura del pavimento con maza (Almádena), está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con tajadera.

b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

Reposición de pavimentos:

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos, salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

Cruces (cables entubados):

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

- Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de Obra.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc., provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo Y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.
- Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la cota, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo, (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 110 mm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderán a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Los tubos vacíos, ya sean mientras se ejecuta la canalización, o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc., deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 cm, según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se tapan cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obra.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente: Se echa previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonar/os hasta cubrir/os enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que debe tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arqueta 2 m.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m. y a una profundidad mínima de 1,30 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del Organismo Competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m.

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. No deberá existir ningún empalme sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 3 mm. de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igualo superior a 1 m. de un empalme del cable.

En el paralelismo entre cable de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- 0,50 m. para gaseoductos.
- 0,30 m. para otras conducciones.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas, la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:

- 3 m. en el caso de conducciones a presión máxima igualo superior a 25 atm. dicho mínimo se reduce a 1 m. en el caso en que el tramo de conducción interesada está contenida en una protección de no más de 100 m.
- Un metro en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz extrema de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 m. de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica, su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas, no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir una distancia mínima en proyección sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m. en cables interurbanos o a 0,30 m. en cables urbanos.

F) NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

6.3.3. CONTROL DE CALIDAD

A) REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA

La aparatada eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia de puesta a tierra.

6.3.4. CONDICIONES DE USO. MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

El titular recibirá a la entrega de las instalaciones, los esquemas y planos definitivos del montaje, con indicación de los datos referentes a los valores de resistencia a tierra, obtenidos en las mediciones efectuadas, así como los correspondientes a potencias máximas de utilización y márgenes de aplicación se hubiesen tenido en cuenta en el proyecto.

No podrá modificarse la instalación sin la intervención de un técnico competente y siempre previa aprobación del proyecto presentado al órgano competente en materia de instalaciones eléctricas del Organismo Autónomo correspondiente, debiendo en cualquier caso estar de acuerdo las modificaciones con las normas del Ministerio de Industria.

A) REVISIONES. INSPECCIONES Y PRUEBAS PERIÓDICAS

Cada tres años se comprobará la continuidad y el aislamiento de los conductores, así como sus conexiones y se repararán los defectos encontrados.

6.3.5. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, pequeño material, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Artículo 6.4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

6.4.1. MATERIALES

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiéndose que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

A) TUBOS

Tubos en canalizaciones fijas en superficie:

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
- Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	1-2	Continuidad
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D ³ 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °	2	Contra gotas de agua
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos exterior media y compuestos	2	Protección interior y
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones empotradas:

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ **Tubos empotrados en obras de fábrica** (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

Característica	Código	Grado
- Resistencia a la compresión	2	Ligera
- Resistencia al impacto	2	Ligera
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D ³ 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °	2	Contra gotas de agua
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos media y compuestos	2	Protección interior y exterior
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

2º/ **Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.**

Característica	Código	Grado
- Resistencia a la compresión	3	Media
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio precabl. ordinarias)	2	+ 90 °C (+ 60 °C canal.
- Resistencia al curvado especificadas	1-2-3-4	Cualquiera de las
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
- Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua

en forma de lluvia

- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos exterior media y compuestos	2	Protección interior y
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire:

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	4	Flexible
- Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
- Resistencia a la penetración del agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°	2	Contra gotas de agua
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos mediana y exterior elevada	2	Protección interior
- Resistencia a la tracción	2	Ligera
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

Tubos en canalizaciones enterradas:

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Característica	Código	Grado
- Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
- Resistencia al impacto	NA	Ligero/ Normal / Normal
- Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA

- Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
- Resistencia al curvado especificadas	1-2-3-4	Cualquiera de las
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
- Resistencia a la penetración del agua de lluvia	3	Contra el agua en forma
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos exterior media y compuestos	2	Protección interior y
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

B) CANALIZACIONES PARA INSTALACIONES SUPERFICIALES

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Característica	Grado	
	≤ 16 mm	> 16 mm
<u>Dimensión del lado mayor de la sección transversal</u>		
- Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
- Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	Aislante	Continuidad
- Resistencia a la penetración	4	No inferior a 2

de objetos sólidos

- Resistencia a la penetración No declarada

de agua

- Resistencia a la propagación No propagador

de la llama

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

C) CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE-HD 60364-5-52:2014.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

D) CONDUCTORES

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - o Conductor: de cobre.
 - o Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - o Tensión de prueba: 2.500 V.
 - o Instalación: bajo tubo.
 - o Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
 - o Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
 - o Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
 - o Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
 - o Tensión de prueba: 4.000 V.
 - o Instalación: al aire o en bandeja.

- o Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

E) UNIONES A TIERRA:

Tomas de tierra:

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE-EN 60228:2005.

Conductores de tierra:

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Cu
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu	16 mm ² Acero Galvanizado
	50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu
		50 mm ² Hierro

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

F) CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm²)</u>	<u>Sección conductores protección (mm²)</u>
--	--

$S_f \leq 16$	Sf
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	Sf/2

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

6.4.2. EJECUCIÓN

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

A) CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

Conductores aislados bajo tubos protectores:

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas UNE-EN 61386-21 a 24:2005

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

B) INSTALACIÓN DE CANALIZACIONES BAJO TUBOS

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

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión.

Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

C) CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los
- cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

D) CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

E) CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

F) CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCIÓN.

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

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

G) CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

H) CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm² serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

I) CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

J) NORMAS DE INSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

K) ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

L) CONDUCTORES.

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

Dimensionado:

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa

intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

Identificación de las instalaciones:

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica:

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

<u>Tensión nominal instalación</u>	<u>Tensión ensayo corriente continua</u>	<u>(Resistencia de aislamiento (MW))</u>
MBTS o MBTP	250	≥ 0,25
≤ 500 V	500	≥ 0,50

> 500 V

1000

 $\geq 1,00$

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

M) CAJAS DE EMPALME.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

N) MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de torma una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

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

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

O) APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN.

Cuadros eléctricos:

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

Interruptores automáticos:

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobretensiones de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobretensiones para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

Guardamotores:

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

Fusibles:

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

Interruptores diferenciales:

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

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

Protección por medio de barreras o envolventes: Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual: Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

Seccionadores:

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

Embarrados:

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

Prensaestopas y etiquetas:

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

P) RECEPTORES DE ALUMBRADO.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envoltentes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias

para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

Q) RECEPTORES A MOTOR.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE-EN 60529:2018 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.

- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatórico sea superiores a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

R) PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Uniones a tierra:

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra: Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

6.4.3. CONTROL DE CALIDAD

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

A) INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

B) CONTROL.

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

6.4.4. SEGURIDAD, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

A) SEGURIDAD

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de

metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.

- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

B) LIMPIEZA.

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

C) MANTENIMIENTO.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

6.4.5. MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas a los precios correspondientes de los incluidos en los cuadros de precios en función de las características allí descritos.

Los precios incluyen el suministro del equipo, la instalación, pequeño material, y cuantos medios materiales y operaciones sean necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Almería, febrero 2025

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO,

Fdo: José Collado Rosales

Ingeniero Industrial, Nº Colegiado 1.126