

Proyecto de rehabilitación constructiva de vivienda unifamiliar aislada para alojamiento de turismo rural, situada en Ortigueira (A Coruña).

### **III – PLIEGO DE CONDICIONES**

---



## Índice

1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS.....	3
1.1. DISPOSICIONES GENERALES.....	3
1.2. DISPOSICIONES FACULTATIVAS.....	9
1.3. DISPOSICIONES ECONÓMICAS.....	15
2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	20
2.1. ACTUACIONES PREVIAS.....	20
2.2. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.....	22
2.3. RED DE SANEAMIENTO.....	34
2.4. SOLERAS.....	39
2.5. ESTRUCTURAS.....	42
2.6. CHAPADOS EN REVESTIMIENTOS Y TRASDOSADOS.....	51
2.7. CERRAMIENTOS Y PARTICIONES.....	55
2.8. REVESTIMIENTOS Y FALSOS TECHOS.....	65
2.9. CUBIERTAS.....	87
2.10. AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN.....	118
2.11. PAVIMENTOS.....	123
2.12. ALICATADOS, CHAPADOS Y PREFABRICADOS.....	136
2.13. CARPINTERÍA DE ALUMINIO, PVC Y PUR.....	142
2.14. ELECTRICIDAD Y DOMÓTICA.....	146
2.15. ILUMINACIÓN.....	152
2.16. TELECOMUNICACIONES E INFORMÁTICA.....	159
2.17. FONTANERÍA Y EVACUACIÓN.....	163
2.18. APARATOS SANITARIOS.....	181
2.19. CALEFACCIÓN Y A.C.S.....	205
2.20. CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN.....	210
2.21. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS – P.C.I.....	220
2.22. PINTURAS Y TRATAMIENTOS.....	224
2.23. EXPLANACIÓN.....	232
2.24. DRENAJES E IMPERMEABILIZACIONES.....	245
2.25. SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS.....	255
2.26. REDES DE ILUMINACIÓN.....	260

## PLIEGO DE CONDICIONES

El presente Pliego de Condiciones forma parte de la documentación del Proyecto que se cita y regirá en la adjudicación y en las obras para la realización del mismo. Además del presente «Pliego de Condiciones Técnicas y Particulares», regirá totalmente en todos los aspectos que el mismo abarca (ejecución de obra, medición, valoración, régimen administrativo, etc.) el «Pliego de Condiciones Generales de la Edificación, Facultativas y Económicas» compuesto por el Centro de Estudios de la Edificación, aprobado por el Pleno del Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos con fecha 13 y 14 de Julio de 1989 y 22 y 23 de Febrero de 1990.

El «Pliego de Condiciones Generales de la Edificación, Facultativas y Económicas» obra en el estudio de la Dirección Facultativa de la obra y en las sedes colegiales, a disposición de las partes interesadas.

El promotor o propietario, incluirá el presente Pliego de Condiciones como documento a firmar por la contrata al hacerse la adjudicación de la obra.

Los trabajos a realizar se ejecutarán de acuerdo con el proyecto y demás documentos redactados por la Dirección Facultativa autora del mismo. La descripción del Proyecto y los planos de que consta figuran en la Memoria.

Cualquier variación que se pretendiere ejecutar sobre la obra proyectada deberá ser puesta, previamente, en conocimiento de la Dirección Facultativa, sin cuyo conocimiento no será ejecutada.

En caso contrario, la Contrata, ejecutante de dicha unidad de obra, responderá de las consecuencias que ello originase. No será justificante ni eximente a estos efectos, el hecho de que la indicación de variación proviniera del Promotor o Propietario.

Serán normas de obligado cumplimiento, las expresadas en el adjunto «Anexo a Normativa de Obligado Cumplimiento», así como los anexos referentes a condiciones específicas de los materiales.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación se dilucidarán por la Dirección Facultativa de la obra. Se entiende por Dirección de la obra, el Arquitecto Superior y el Aparejador o Arquitecto Técnico encargados de la Dirección, y los Técnicos encargados del Control de Calidad y del seguimiento de la Seguridad, aun cuando más de una de estas funciones pueden recaer sobre el mismo. Del mismo modo, se considerarán Dirección los Técnicos responsables de parte o toda la obra, que tengan la titulación adecuada a la función que desempeñen, con responsabilidad avalada por el correspondiente contrato.

Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la Contrata y los gremios o subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

Igualmente serán dilucidadas por la Dirección de la obra cualquier posible contradicción que pudiera existir entre los diversos documentos del Proyecto.

Por el mero hecho de intervenir en las obras, se supone que la Contrata General, la contrata particular y los Gremios conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

El presente Pliego de Condiciones se dará a conocer a la Contrata por la Dirección Facultativa si la adjudicación de las obras fuese hecha por el mismo. Si lo realizase directamente la Propiedad, correrá a su cargo el darlo a conocer en su debida forma a la Contrata.

Caso de realizarse la obra por el sistema de Contrato General, correrá a cargo de dicha Contrata el informar a todos los Gremios de los aspectos que les conciernen del presente Pliego de Condiciones.

Cualquier oferta económica para la contratación de trabajos correspondientes a este Proyecto, llevará implícita la consideración del cumplimiento del presente Pliego de Condiciones.

Las obras se efectuarán de acuerdo con el Proyecto completado con los detalles que a su debido tiempo irán suministrándose y que deberán ser pedidos por la Contrata con la suficiente antelación para que no se produzcan retrasos en la Obra.

Cualquier variación que se pretendiese ejecutar sobre la obra proyectada, deberá ser puesta previamente en conocimiento de la Dirección Facultativa sin cuyo consentimiento no será ejecutada. En caso contrario la Contrata ejecutante de dicha unidad de obra, responderá de las consecuencias que ello originase. No será justificante ni eximente a estos efectos, el hecho de que la indicación de la variación proveniente de la Propiedad.

El Arquitecto no será responsable ante la Propiedad de la demora de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto, ni de la tardanza de su aprobación. La gestión de la tramitación se considera ajena al encargo profesional hecho al Arquitecto.

La Orden de comienzo de la obra será indicada por la Propiedad, quien responderá de sus consecuencias si no dispone de los permisos correspondientes.

El Pliego forma parte de la documentación del Proyecto, que cita y regirá en las obras para la realización del mismo.

La Contrata nombrará un Encargado General, si general fuere la Contrata, o uno por cada gremio si las Contratas fueran parciales, el cual deberá permanecer en la obra, mientras en ella trabajen obreros de su gremio. La misión del Encargado será la de interpretar la documentación del Proyecto, atender y entender las órdenes de la Dirección Facultativa; conocerá el presente «Pliego de Condiciones» exhibido por la Contrata y velará para que el trabajo se ejecute en las mejores condiciones y según las buenas artes de la construcción.

Se dispondrá de un «Libro de Ordenes y Asistencias» del que se hará cargo el Encargado que señale la Dirección. La Dirección escribirá en el mismo aquellos datos, órdenes o circunstancias que estime convenientes. El Encargado podrá también hacer uso del mismo, para hacer constar a su vez, los datos que estime convenientes.

El citado «Libro de Ordenes y Asistencias» se regirá según el Decreto 462/1971 y la Orden de 9 de junio de 1971.

## 1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS

### 1.1. DISPOSICIONES GENERALES

#### 1.1.1. DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL

##### 1.1.1.1. Objeto del pliego de condiciones

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en este presente proyecto y servir como base para la realización del contrato de obra entre el promotor y el contratista.

##### 1.1.1.2. Contrato de obra

Se aconseja la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, de acuerdo con los documentos del proyecto y en cifras fijas. Con esa finalidad, el director de obra ofrece la documentación precisa para la confección del contrato de obra.

##### 1.1.1.3. Documentación del contrato de obra

El contrato de obra está formado por los siguientes documentos, reseñados por orden de prelación en función del valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, contradicciones u omisiones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra.
- El presente Pliego de Condiciones.
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

##### 1.1.1.4. Proyecto Arquitectónico

El Proyecto Arquitectónico son los documentos que determinan y definen las exigencias técnicas, estéticas y funcionales de las obras, contempladas en la *Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación*. En este proyecto se justificarán técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Si el proyecto se ejecuta o completa a través de proyectos parciales o documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre ellos la necesaria coordinación, sin que surjan duplicidades en la documentación u honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos.

Serán documentos complementarios al Proyecto:

Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.

- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.
- El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.
- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada contratista.
- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

##### 1.1.1.5. Reglamentación urbanística

La obra deberá ajustarse a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente en lo referido a su volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar; así como a aquellas condiciones de reforma del proyecto que pudiera exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, Normas y Planeamiento Vigente.

##### 1.1.1.6. Formalización del contrato de obra

Los Contratos se formalizarán generalmente a través de documento privado. Cualquiera de las partes podrá, no obstante, solicitar su elevación a escritura pública.

El cuerpo de estos documentos deberá contener:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

Antes de la formalización del contrato de obra, el contratista mostrará su conformidad firmando al pie del Pliego de Condiciones, de los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

El adjudicatario correrá con todos los gastos ocasionados por la extensión del documento en que se consigne el contratista.

#### **1.1.1.7. Jurisdicción competente**

En el supuesto de discrepancias irresolubles entre las partes, ambas quedarán obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato ante las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando de forma expresa al derecho común y fuero de su domicilio. La jurisdicción competente será la del Partido Judicial en el que radique la obra.

#### **1.1.1.8. Ejecución de las obras y responsabilidad del contratista**

Las obras se ejecutarán con absoluta sujeción a lo estipulado en el pliego de cláusulas administrativas particulares y al proyecto que sirve de base al contrato, conforme a todas las instrucciones que la Dirección Facultativa de las Obras diere al contratista.

Para que sean vinculantes para las partes, todas las instrucciones verbales habrán de ratificarse por escrito en el menor plazo posible.

El contratista responde de la ejecución de las obras y de todos los defectos que se adviertan en la construcción durante el desarrollo de las obras y hasta que se cumpla el plazo de garantía, de acuerdo con las condiciones del contrato y demás documentos que integran el Proyecto.

En consecuencia, demoler y reconstruir todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que en ningún caso pueda alegar la eximente de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante las visitas a la obra ni que se hayan abonado en liquidaciones parciales.

#### **1.1.1.9. Accidentes de trabajo**

Será de obligado cumplimiento el *Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción* y demás normativa vigente que, directa o indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, mantenimiento y conservación.

El Coordinador de Seguridad y Salud será responsable del control y el seguimiento del Plan de Seguridad y Salud redactado por el contratista, durante toda la ejecución de la obra.

#### **1.1.1.10. Daños y perjuicios a terceros**

El contratista será responsable de los accidentes que, por descuido o inexperiencia, sobrevengan en la edificación en la que se ejecuta la obra o en las colindantes o contiguas. Será de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que pudieran ocasionarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

También será responsable de los daños y perjuicios, directos o indirectos, que se pudieran ocasionar a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores; incluso aquellos producidos por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los derivados de los subcontratistas e industriales que participen en la obra.

Será de su responsabilidad mantener en vigor durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de «Todo riesgo al derribo y la construcción», suscrita por una compañía aseguradora solvente, para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el promotor y no podrá cancelarse mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

#### **1.1.1.11. Anuncios y carteles**

No podrán colocarse en las obras ni en sus vallas, sin autorización previa del promotor, más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

#### **1.1.1.12. Copia de documentos**

El contratista tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto. El contratista asumirá el coste de esas copias.

#### **1.1.1.13. Suministro de materiales**

El Contrato especificará la responsabilidad en que pudiera incurrir el contratista por el retraso en el plazo de finalización o en los plazos parciales de la obra, como consecuencia de carencias o faltas en los suministros.

#### **1.1.1.14. Hallazgos**

El promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se hallaren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El contratista empleará todas las precauciones que le indiquen la dirección de obra para extraerlos.

El promotor abonará al contratista los gastos especiales ocasionados por estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

#### **1.1.1.15. Causas de rescisión del contrato de obra**

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- a) La muerte o incapacidad del contratista.
- b) La quiebra del contratista.
- c) Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

- a. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del director de obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
- b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
- d) La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- e) La suspensión de la iniciación de las obras por plazo superior a cuatro meses.
- f) Que el contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- g) La demora injustificada en la comprobación del replanteo.
- h) La suspensión de las obras por plazo superior a ocho meses por parte del promotor.
- i) El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- j) El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- k) El desistimiento o el abandono de la obra sin causas justificadas.
- l) La mala fe en la ejecución de la obra.

#### **1.1.1.16. Efectos de rescisión del contrato de obra**

La resolución del contrato dará lugar a la comprobación, medición y liquidación de las obras realizadas de acuerdo con el proyecto, fijando los saldos pertinentes en contra o a favor del contratista.

En el caso de que se demorase injustificadamente la comprobación del replanteo, dando lugar a la resolución del contrato, el contratista sólo tendrá derecho a una indemnización equivalente al 2% del precio de la adjudicación; por todos los conceptos y excluidos los impuestos.

En el supuesto de desistimiento previo al inicio de las obras, o de suspensión del inicio de las obras por parte del promotor durante un plazo superior a cuatro meses, el contratista tendrá derecho a percibir una indemnización del 3% del precio de adjudicación, por todos los conceptos y excluidos los impuestos.

En el caso de desistimiento una vez iniciada la ejecución de las obras, o de suspensión de las obras iniciadas por un plazo superior a ocho meses, el contratista tendrá derecho a una indemnización del 6 por cien del precio de adjudicación del contrato de las obras dejadas de realizar en concepto de beneficio industrial, por todos los conceptos y excluidos los impuestos.

#### **1.1.1.17. Omisiones: Buena fe**

Las relaciones entre promotor y contratista que se regulan en este Pliego de Condiciones y documentación complementaria, constituyen la prestación de un servicio al promotor por parte del contratista mediante la ejecución de una obra, con base en la «buena fe» mutua entre ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún perjuicio. Las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la buena fe de las partes, que las subsanarán debidamente a fin de conseguir la adecuada calidad final de la obra.

### **1.1.2. DISPOSICIONES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES**

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

#### **1.1.2.1. Accesos y vallados**

El contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el director de ejecución de la obra su modificación o mejora.

#### **1.1.2.2. Replanteo**

La ejecución del contrato de obras comenzará con el acta de comprobación del replanteo, dentro del plazo de treinta días desde la fecha de su formalización.

El contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del director de ejecución de la obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el director de obra. Será responsabilidad del contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

#### **1.1.2.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos**

El contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

El director de obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el director de la ejecución de la obra, el promotor y el contratista.

Para la formalización del acta de comienzo de la obra, el director de la obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos:

- Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.
- Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.

La fecha del acta de comienzo de la obra marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de la obra.

#### **1.1.2.4. Orden de los trabajos**

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

#### **1.1.2.5. Facilidades para otros contratistas**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### **1.1.2.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor**

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la dirección de ejecución de la obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

#### **1.1.2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto**

El contratista podrá requerir del director de obra o del director de ejecución de la obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del director de ejecución de la obra, como del director de obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

#### **1.1.2.8. Prórroga por causa de fuerza mayor**

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del director de obra. Para ello, el contratista expondrá, en escrito dirigido al director de obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

Tendrán la consideración de casos de fuerza mayor los siguientes:

- Los incendios causados por la electricidad atmosférica.
- Los fenómenos naturales de efectos catastróficos, como maremotos, terremotos, erupciones volcánicas, movimientos del terreno, temporales marítimos, inundaciones u otros semejantes.
- Los destrozos ocasionados violentamente en tiempo de guerra, robos tumultuosos o alteraciones graves del orden público.

#### **1.1.2.9. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra**



El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que, habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

#### **1.1.2.10. Trabajos defectuosos**

El contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el director de ejecución de la obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el director de obra, quien mediará para resolverla.

#### **1.1.2.11. Responsabilidad por vicios ocultos**

El contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si la obra se arruina o sufre deterioros graves incompatibles con su función con posterioridad a la expiración del plazo de garantía por vicios ocultos de la construcción, debido a incumplimiento del contrato por parte del contratista, éste responderá de los daños y perjuicios que se produzcan o se manifiesten durante un plazo de quince años a contar desde la recepción de la obra.

Asimismo, el contratista responderá durante dicho plazo de los daños materiales causados en la obra por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad de la construcción, contados desde la fecha de recepción de la obra sin reservas o desde la subsanación de estas.

Si el director de ejecución de la obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al director de obra.

El contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el director de obra y/o el director de la ejecución de obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

#### **1.1.2.12. Procedencia de materiales, aparatos y equipos**

El contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el contratista deberá presentar al director de ejecución de la obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### **1.1.2.13. Presentación de muestras**

A petición del director de obra, el contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

#### **1.1.2.14. Materiales, aparatos y equipos defectuosos**

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el director de obra, a instancias del director de ejecución de la obra, dará la orden al contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el promotor a cuenta de contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del director de obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### 1.1.2.15. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el director de obra considere necesarios.

#### 1.1.2.16. Limpieza de las obras

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.

#### 1.1.2.17. Obras sin prescripciones explícitas

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

### 1.1.3. DISPOSICIONES DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS

#### 1.1.3.1. Consideraciones de carácter general

La recepción de la obra es el acto por el cual el contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al contratista para asegurar sus responsabilidades.

Además, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecido en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

#### 1.1.3.2. Recepción provisional

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el director de ejecución de la obra al promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención del promotor, del contratista, del director de obra y del director de ejecución de la obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

#### 1.1.3.3. Documentación final de la obra

El director de ejecución de la obra, asistido por el contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al promotor, con las especificaciones y contenidos

dispuestos por la legislación vigente. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

#### **1.1.3.4. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra**

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el director de ejecución de la obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el director de obra con su firma, servirá para el abono por el promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

#### **1.1.3.5. Plazo de garantía**

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a un año salvo casos especiales

Dentro del plazo de quince días anteriores al cumplimiento del plazo de garantía, la Dirección Facultativa, de oficio o a instancia del contratista, redactará un informe sobre el estado de las obras.

Si el informe fuera favorable, el contratista quedará exonerado de toda responsabilidad, procediéndose a la devolución o cancelación de la garantía, a la liquidación del contrato y, en su caso, al pago de las obligaciones pendientes que deberá efectuarse en el plazo de sesenta días.

En el caso de que el informe no fuera favorable y los defectos observados se debiesen a deficiencias en la ejecución de la obra, la Dirección Facultativa procederá a dictar las oportunas instrucciones al contratista para su debida reparación, concediéndole para ello un plazo durante el cual continuará encargado de la conservación de las obras, sin derecho a percibir cantidad alguna por la ampliación del plazo de garantía.

#### **1.1.3.6. Conservación de las obras recibidas provisionalmente**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo y cuenta del contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo del promotor y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del contratista.

#### **1.1.3.7. Recepción definitiva**

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

#### **1.1.3.8. Prórroga del plazo de garantía**

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el director de obra indicará al contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

#### **1.1.3.9. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida**

En caso de resolución del contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del director de obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

## **1.2. DISPOSICIONES FACULTATIVAS**

### **1.2.1. DEFINICIÓN, ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACIÓN**

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la *Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación*.

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la *Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación* y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III «Agentes de la edificación», considerándose:

#### **1.2.1.1. El promotor**

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la *Ley 9/2017. Ley de Contratos del Sector Público* y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la *Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación*.

#### **1.1.1.1 El proyectista**

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en la *Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación*, cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

#### **1.2.1.2. El constructor o contratista**

Es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

Ley señala como responsable explícito de los vicios o defectos constructivos al contratista general de la obra, sin perjuicio del derecho de repetición de éste hacia los subcontratistas.

#### **1.2.1.3. El director de obra**

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del director de obra.

#### **1.2.1.4. El director de la ejecución de la obra**

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el director de obra, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

#### **1.2.1.5. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación**

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

#### **1.2.1.6. Los suministradores de productos**

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

### **1.2.2. AGENTES QUE INTERVIENEN EN LA OBRA**

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

### **1.2.3. AGENTES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD**

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

### **1.2.4. AGENTES EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

La relación de agentes intervinientes en materia de gestión de residuos, se encuentra en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

### **1.2.5. LA DIRECCIÓN FACULTATIVA**

La Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

### **1.2.6. VISITAS FACULTATIVAS**

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

### **1.2.7. OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES**

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en la *Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación* y demás legislación aplicable.

#### **1.2.7.1. El promotor**

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra, al director de la ejecución de la obra y al contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se regirán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

#### **1.2.7.2. El proyectista**

Redactar el proyecto por encargo del promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al director de obra antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e

incompatible con las competencias del director de obra y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del director de obra y previo acuerdo con el promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

### 1.2.7.3. El constructor o contratista

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del director de obra y del director de la ejecución material de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aun cuando éstos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el director de ejecución material de la obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del director de la ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del director de ejecución material de la obra los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.

Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los directores de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

#### **1.2.7.4. El director de obra**

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al director de la ejecución de la obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conlleven una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anejará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al director de obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los directores de obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### **1.2.7.5. El director de la ejecución de la obra**

Corresponde al director de ejecución material de la obra, según se establece en la *Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación* y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de

los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del director de obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al director de obra o directores de obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (*lex artis*) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los directores de obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los directores de obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el contratista, los subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el director de la ejecución de la obra, se considerara como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### **1.2.7.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación**

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de la obra.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los



trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

#### 1.2.7.7. Los suministradores de productos

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

#### 1.2.7.8. Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

### 1.2.8. DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA: LIBRO DEL EDIFICIO

De acuerdo a la *Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación*, una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el {{Libro del Edificio}}, será entregada a los usuarios finales del edificio.

#### 1.2.8.1. Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

## 1.3. DISPOSICIONES ECONÓMICAS

### 1.3.1. DEFINICIÓN

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, promotor y contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

### 1.3.2. CONTRATO DE OBRA

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el promotor y el contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (director de obra y director de ejecución de la obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del promotor.
- Presupuesto del contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).

- Plazos de ejecución: *Planning*.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

### **1.3.3. CRITERIO GENERAL**

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

### **1.3.4. FIANZAS**

El contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

#### **1.3.4.1. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza**

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en nombre y representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

#### **1.3.4.2. Devolución de las fianzas**

La fianza recibida será devuelta al contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

#### **1.3.4.3. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales**

Si el promotor, con la conformidad del director de obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

### **1.3.5. DE LOS PRECIOS**

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

#### **1.3.5.1. Precio básico**

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

#### **1.3.5.2. Precio unitario**

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, se establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento

de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

#### **1.3.5.3. Presupuesto de Ejecución Material (PEM)**

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

#### **1.3.5.4. Precios contradictorios**

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el promotor, por medio del director de obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el director de obra y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al director de obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

#### **1.3.5.5. Reclamación de aumento de precios**

Si el contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

#### **1.3.5.6. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios**

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

#### **1.3.5.7. De la revisión de los precios contratados**

El presupuesto presentado por el contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios. Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el promotor y el contratista.

#### **1.3.5.8. Acopio de materiales**

El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el promotor ordene por

escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el contratista responsable de su guarda y conservación.

### **1.3.6. OBRAS POR ADMINISTRACIÓN**

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

### **1.3.7. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS**

#### **1.3.7.1. Forma y plazos de abono de las obras**

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (promotor y contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el director de ejecución de la obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El director de ejecución de la obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al director de ejecución de la obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del promotor sobre el particular.

#### **1.3.7.2. Relaciones valoradas y certificaciones**

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el promotor y el contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

#### **1.3.7.3. Mejora de obras libremente ejecutadas**

Cuando el contratista, incluso con la autorización del director de obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

#### **1.3.7.4. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada**

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará previa justificación por parte del contratista. Para ello, el director de obra indicará al contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

#### **1.3.7.5. Abono de trabajos especiales no contratados**

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no

sea de cuenta del contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el promotor por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

#### **1.3.7.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía**

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el contratista a su debido tiempo, y el director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al contratista.

### **1.3.8. INDEMNIZACIONES MUTUAS**

#### **1.3.8.1. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras**

Si, por causas imputables al contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el promotor podrá imponer al contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

#### **1.3.8.2. Demora de los pagos por parte del promotor**

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

### **1.3.9. VARIOS**

#### **1.3.9.1. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra**

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el director de obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

#### **1.3.9.2. Unidades de obra defectuosas**

Las obras defectuosas no se valorarán.

#### **1.3.9.3. Seguro de las obras**

El contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### **1.3.9.4. Conservación de la obra**

El contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### **1.3.9.5. Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor**

No podrá el contratista hacer uso de edificio o bienes del promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

#### **1.3.9.6. Pago de arbitrios**

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

### **1.3.10. RETENCIONES EN CONCEPTO DE GARANTÍA**

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios

que puedan ocasionarle al promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

### **1.3.11. PLAZOS DE EJECUCIÓN: PLANNING DE OBRA**

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un *Planning* de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

### **1.3.12. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA DE LAS OBRAS**

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el promotor y el contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el promotor, el contratista, el director de obra y el director de ejecución de la obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

### **1.3.13. LIQUIDACIÓN FINAL DE LA OBRA**

Entre el promotor y contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

## **2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

### **2.1. ACTUACIONES PREVIAS**

#### **2.1.1. DERRIBOS**

##### **2.1.1.1. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

##### **- Ejecución:**

Demolición por medios mecánicos:

- Demolición por empuje, para alturas del edificio, o parte de éste, inferior a 2/3 de la alcanzable por la máquina y ésta pueda maniobrar libremente sobre el suelo con suficiente consistencia. No se ejecutará en el caso de estructuras metálicas o de hormigón armado. Se demolerá a mano la zona de contacto con las medianeras, dejando aislado el tajo a demoler con la máquina.
- Demolición por colapso, realizado explosivos o por empuje por impacto de bola de gran masa.

En edificios con estructuras de acero, con predominio de madera o elementos fácilmente combustibles no se utilizarán explosivos.

Demolición manual.

Se realiza empezando por la cubierta de arriba hacia abajo en orden inverso a la ejecución normal. Se procurará la horizontalidad y se impedirá que trabajen operarios situados a distintos niveles.

Las tareas de derribo se harán con las precauciones precisas para lograr unas condiciones de seguridad suficientes, impedir daños en las construcciones próximas, marcándose los elementos a conservar y produciendo las menores molestias posibles a los ocupantes de las zonas aledañas a los trabajos de derribo.

Se impedirá trabajar en obras de demolición y derribo cubiertas de nieve o en días de lluvia.

No se derribarán los elementos atirantados o de arriostramiento mientras no se supriman o contrarresten las tensiones que incidan sobre ellos. En elementos metálicos en tensión se deberá tener en cuenta el efecto de oscilación al realizar el corte o al suprimir las tensiones.

Cuando un elemento no sea manejable por una sola persona se realizará el corte o desmontaje manteniéndolo suspendido o apuntalado, evitando caídas bruscas y/o vibraciones que se transmitan al resto del edificio o a los medios auxiliares. Se arrancarán o doblarán las puntas y clavos. No se acumularán ni se apoyarán elementos y escombros contra vallas, muros y soportes, propios o medianeros, si éstos deben permanecer en pie, ni sobre los andamios. Se impedirán las sobrecargas sobre plantas las plantas o forjados del edificio por acumulación de escombros sobre ellos.

Se permitirá el giro, pero no el desplazamiento de los puntos de apoyo de los elementos constructivos, mediante mecanismo que trabaje por encima de la línea de apoyo del elemento y permita el descenso lento. En caso de derribar árboles, se acotará la zona, se atirantarán, se cortarán por su base y se derribarán.

Los compresores, martillos neumáticos o similares, se utilizarán previa autorización de la Dirección Facultativa. Las grúas no se utilizarán para realizar esfuerzos horizontales u oblicuos. Las cargas se iniciarán a elevar lentamente con el fin de observar si se producen anomalías, en cuyo caso se subsanarán después de haber descendido nuevamente la carga a su lugar inicial. No se descenderán las cargas bajo el solo control del freno.

Se regarán los escombros para impedir la generación de polvo. No se dejarán elementos del edificio en estado inestable, que el viento, las condiciones atmosféricas u otras causas puedan provocar su derrumbamiento al final de cada jornada de trabajo. Se deberán proteger de la lluvia, mediante lonas o plásticos, las zonas o elementos del edificio a los que les pueda afectar.

**- Evacuación de los escombros:**

Mediante apertura de huecos en forjados, coincidentes en vertical con el ancho de un entrevigado y longitud de 1 m a 1,50 m, distribuidos de tal forma que permitan la rápida evacuación de los mismos. Sólo podrá utilizarse en edificios o restos de edificios con un máximo de dos plantas y cuando los escombros sean de tamaño manejable por una persona.

Mediante grúa, cuando se disponga de un espacio para su instalación y zona para descarga del escombros.

Mediante bajantes cerrados. El último tramo del bajante se deberá inclinar para reducir la velocidad de salida del material, quedando el extremo como máximo a 2 m por encima del receptáculo de recogida. El bajante no irá situado exteriormente en fachadas que den a la vía pública, salvo su tramo inclinado inferior, y su sección útil no será superior a 50 x 50 cm. Su embocadura superior se protegerá contra posibles caídas accidentales, además estará provista de tapa con posibilidad de cierre con llave, se deberá cerrar antes de proceder a la retirada del contenedor. Los bajantes se sujetarán a elementos resistentes y estarán alejados de las zonas de paso, de forma que se garantice su seguridad.

Mediante desescombro mecanizado. La máquina se aproximará a la medianería como máximo la distancia que señale la documentación técnica. No se sobrepasará la distancia de 1 m, ni se trabajará en dirección perpendicular a ala medianería.

El espacio donde cae escombros deberá estar acotado y vigilado. Se prohíbe hacer hogueras dentro del edificio, y las hogueras exteriores estarán protegidas del viento y vigiladas. En ningún caso se utilizará el fuego con propagación de llama como medio de demolición.

Se prohibirá arrojar el escombros, desde lo alto de los pisos de la obra, al vacío.

**2.1.1.2. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Antes del comienzo se obtendrán de los organismos competentes o de las compañías suministradoras en su caso, las autorizaciones correspondientes para proceder a la retirada o neutralización de placas, hitos, señales, canalizaciones y demás servicios adosados o próximos a la edificación, que puedan verse afectados por la demolición. Además, se protegerán los elementos de servicio público que puedan ser afectados por los trabajos, tales como bocas de riego, sumideros de alcantarillas, árboles, farolas de alumbrado público, señales de tráfico, etc.

Se realizará una inspección para verificar el estado del edificio, las instalaciones, estructura, estado de conservación del mismo, y reconocerá su entorno, los viales, redes de servicios, así como el estado de las edificaciones colindantes y medianerías que puedan ser afectadas por el proceso de demolición.

Se adoptarán y dispondrán las medidas oportunas de consolidación, apuntalamiento, apeo y protección de los elementos estructurales y constructivos de la propia edificación o de las edificaciones colindantes y medianerías comprometidas.

Se notificará de forma fehaciente a los propietarios de las fincas y edificaciones colindantes de la demolición y si se estimase oportuno, se solicitará a la misma, autorización para reconocerlas, colocar testigos y levantar acta notarial de la situación real de conservación en que se hallasen, con el fin de poder evaluar las posibles lesiones y depurar las responsabilidades que se produjeran durante la ejecución de los trabajos, así como determinar el régimen de indemnizaciones a que hubiese lugar.

Se verificará que no exista almacenamiento de materiales combustibles, explosivos o peligrosos. Así como de espacios cerrados que puedan albergar gases, vapores tóxicos, inflamables, etc.

Los trabajos se protegerán con una valla de protección que impida el paso de peatones.

Se desconectarán las diferentes instalaciones del edificio y se neutralizarán sus acometidas, si fuera preciso.

Se dejarán previstas tomas de agua para el riego, para impedir la formación de polvo por el desescombro o demolición. En edificios con estructura de madera o con abundancia de material combustible se dispondrá, como mínimo, de un extintor manual contra incendios.

En edificios abandonados, si se estima preciso, se deberá proceder a desinsectar y desinfectar el edificio.

Se identificarán los elementos de amianto, siguiendo las disposiciones del Real Decreto 396/2006 para su retirada como residuo peligroso. Esta retirada se realizará cumpliendo la normativa por parte de Empresas con Registro de Amianto (RERA).

#### **2.1.1.3. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Una vez finalizadas las obras de demolición, se deberá proceder a la limpieza del solar.

Se asegurará que el solar cuente con el desagüe preciso para evitar la acumulación de agua de lluvia o nieve que pueda perjudicar a locales o cimentaciones de fincas colindantes.

#### **2.1.1.4. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

En el solar donde se haya realizado la demolición, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las edificaciones medianeras, así como las vallas y/o cerramientos.

Se realizará una revisión general de las edificaciones medianeras una vez concluidos los trabajos para observar las lesiones que hayan podido surgir. Las vallas, sumideros, arquetas, pozos y apeos se mantendrán en perfecto estado de servicio.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.1.1.5. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Mientras se lleve a cabo los trabajos de ejecución se vigilará y se verificará que se adopten las medidas de seguridad especificadas, que se dispone de los medios adecuados y que el orden y la forma de ejecución se adaptan a lo indicado.

Si aparecieran grietas en los edificios medianeros se paralizarán los trabajos, y se avisará a la Dirección Facultativa, para efectuar su apuntalamiento o consolidación si fuese preciso, también se evaluará la colocación o no de testigos.

#### **2.1.1.6. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: En general, la evacuación de escombros, con los trabajos de carga, transporte y descarga, se valorará dentro de la unidad de derribo correspondiente.

Siempre que no esté incluida la evacuación de escombros en la correspondiente unidad de derribo:

- m3 de evacuación de escombros contabilizado sobre camión.

## **2.2. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO**

### **2.2.1. LIMPIEZA Y DESBROCE**

#### **2.2.1.1. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: La unidad de despeje y desbroce se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) sobre el terreno.

Se medirá la superficie en proyección horizontal, según los criterios del proyecto. Se medirán aparte los árboles y tocones eliminados.

Habrán partidas diferentes en función de los medios empleados (manuales o mecánicos), espesores de desbroce, características de las capas y cualquier otro factor que provoque variaciones en el rendimiento y ejecución del trabajo, y, en consecuencia, influya en el precio de la unidad terminada.

Si en los documentos del Proyecto no figura esta unidad de obra, se entenderá que, a los efectos de medición y abono, será considerado como excavación a cielo abierto, y, por lo tanto, no habrá lugar a su medición y abono por separado.

### **2.2.2. ARQUETAS/POZOS DE SANEAMIENTO**

#### **2.2.2.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

##### **- Entibaciones.**

Elementos de madera, como pino o abeto: tableros, cabeceros, codales, etc. La madera aserrada se deberá ajustar, como mínimo, a la clase I/80.

No presentarán principio de pudrición, alteraciones ni defectos. Contenido de humedad mínimo igual o menor del 15%.

Tensores circulares de acero protegido contra la corrosión.

-Sistemas prefabricados metálicos y/o de madera: tableros, placas, puntales, etc.

-Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.

-Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

-Maquinaria: pala cargadora, compresor, martillo neumático, martillo rompedor.

#### **2.2.2.2. Control de recepción de materiales**

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá el control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1 del CTE (incluso el marcado CE y la Declaración de



Prestaciones, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2 del CTE y el control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

Los materiales cumplirán con lo especificado en el Reglamento Europeo de Productos de Construcción (RPC) 305/2011. Se atenderá a la última publicación en el B.O.E. del listado completo de la Normas Armonizadas de Productos de Construcción.

Si fuera necesaria la realización de ensayos, se podrían realizar:

Entibaciones de madera:

- Ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad.
- Peso específico.
- Higroscopicidad.
- Coeficiente de contracción volumétrica.
- Dureza.
- Resistencia a compresión.
- Resistencia a la flexión estática y módulo de elasticidad E.
- Resistencia a la tracción.
- Resistencia a la hienda.
- Resistencia a esfuerzo cortante.

### 2.2.2.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

#### - Ejecución

La Dirección Facultativa comprobará el replanteo de las zanjas o pozos, y autorizará el comienzo de la excavación. Se excavará hasta la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada. En el caso de zanjas o pozos para cimientos, la excavación comenzará cuando se disponga de los elementos para la construcción de los mismos, excavándose los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

#### - Entibaciones:

Se deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de las excavaciones, por lo que si resultan inestables se entibarán. Las uniones entre piezas de entibación garantizarán la rigidez y el monolitismo del conjunto.

La excavación se llevará a cabo en bandas horizontales de altura igual a la separación entre codales más 30 cm, máximo, y se irá entibando a medida que se excava. Los materiales de excavación aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar a un solo lado de la zanja a una separación mínima de 60 cm del borde.

Los apeos, apuntalamientos, contenciones, etc., realizados para la sujeción de construcciones, vallados, cerramientos o terrenos adyacentes a las excavaciones, se mantendrán mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y el fondo de pozos y zanjas. En el caso de zanjas o pozos para cimentación, una vez realizada la excavación se revisarán las edificaciones medianeras.

Generalmente, se impedirá la entrada de aguas superficiales a los pozos o zanjas, achicándolas lo antes posible y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas.

#### - Excavación de los Pozos y zanjas:

Conforme al CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, la excavación deberá hacerse con sumo cuidado para que la alteración de las características mecánicas del suelo sea la mínima inevitable. Las dimensiones serán las fijadas en el proyecto, así como la cota de profundidad. La Dirección Facultativa ordenará por escrito o gráficamente las posibles modificaciones a las mismas a la vista de la naturaleza y condiciones del terreno excavado.

Para la excavación de pozos junto a cimentaciones próximas y con una mayor profundidad que éstas, se deberán realizar los trabajos de excavación y consolidación en el menor tiempo posible; de ser posible realizar apeos para reducir la presión de la cimentación sobre el terreno. En caso de ser necesario se podrá dejar media cara vista de la zapata existente, como máximo, y convenientemente entibada. La excavación se llevará a cabo separando los ejes de pozos abiertos consecutivos no menos de la suma de las separaciones entre tres zapatas aisladas o mayor o igual a 4 m en zapatas corridas o losas. No se considerarán pozos abiertos los que ya posean estructura final y consolidada de contención o se hayan rellenado compactando el terreno.

En el caso de excavaciones a máquina además será necesario que el terreno admita talud en corte vertical para esa profundidad y que la separación entre el tajo de la máquina y la entibación no sea mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

En la ejecución con bataches se procederá conforme a la siguiente secuencia: se replantearán los bataches; se comenzará la excavación alternada de los bataches, comenzando por uno de los extremos del talud; se ejecutarán los elementos estructurales de contención de las zonas excavadas, en el mismo orden de excavación. Generalmente se ejecutarán comenzando por la parte inferior en el caso de excavación con máquina, y superior en excavaciones manuales. No se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del batache, debiendo separarse del mismo una distancia no menor de dos veces su profundidad.

En bataches realizados a máquina se acotará la zona de acción de cada máquina.

Podrán vaciarse los bataches sin realizar previamente la estructura de contención, hasta una profundidad máxima, igual a la altura del plano de cimentación próximo más la mitad de la distancia horizontal, desde el borde de coronación

del talud a la cimentación o vial más próximo ( $h+D/2$ ).

Se entibarán los bataches con anchura igual o mayor de 3 m.

En las labores de refino se retirarán los fragmentos de roca, lajas, terreno, etc., que hayan quedado de manera inestable en la superficie final de la excavación, para evitar que se desprendan. El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si se produjera un sobreebanco de excavación, inadmisibles bajo el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado. En terrenos que la lluvia les pueda afectar bien por meteorización o erosión, las operaciones de refino se harán en un plazo comprendido entre 3 y 30 días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas del sitio.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, aunque el terreno firme se encuentre muy superficial, es conveniente profundizar de 0,5 m a 0,8 m por debajo de la rasante.

#### **2.2.2.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Se verificarán las instalaciones que se puedan ser afectadas por el vaciado, pidiendo a las Compañías Suministradoras la posición y solución a adoptar, también se determinará la distancia de seguridad a tendidos eléctricos aéreos. Se deberán realizar catas de forma manual para comprobar la información de las Compañías. También la distancia, profundidad y tipo de la cimentación y estructura de contención de los edificios que puedan verse afectados por el vaciado. Se estudiará la necesidad de apeos.

Los elementos de Servicio Público que se puedan ver afectados por la excavación, como bocas de riego, tapas de alcantarillado, sumideros, farolas, árboles, etc., se deberán proteger.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que no puedan ser afectados por el vaciado, además de las camillas dobles separadas del borde del vaciado mínimo un metro. En los puntos de referencia se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno y/o de las edificaciones que se recojan en proyecto. Diariamente se anotarán dichos los desplazamientos control por la Dirección Facultativa.

Antes del comienzo de las excavaciones, se deberá aprobar por parte de la Dirección Facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte.

Se presentarán para aprobación de la Dirección Facultativa los cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, antes de iniciar los trabajos. Se tendrá en cuenta para la elección de las entibaciones el tipo de terreno, las solicitudes por cimentaciones o viales próximos y de la profundidad de la excavación.

Se determinarán las características de las cimentaciones situadas a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja.

El contratista notificará a la Dirección Facultativa, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, para que éste pueda efectuar las mediciones precisas sobre el terreno inalterado.

En todos los casos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo.

#### **2.2.2.5. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Comprobación final:

Una tolerancia de  $\pm 5$  cm, de las superficies de fondo y paredes una vez refinadas.

El grado de acabado de refino de taludes el que se pueda conseguir utilizando los medios mecánicos, sin desviaciones de línea y pendiente, superiores a 15 cm, comprobando con regla de 4 m.

Las irregularidades se corregirán conforme a lo que disponga la Dirección Facultativa.

#### **2.2.2.6. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Una vez realizadas las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios precisos para mantener la estabilidad de deberán conservar las excavaciones en las condiciones de acabado.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, una vez hecha la excavación hasta la profundidad precisa y antes de constituir la solera de asiento, se nivelará bien el fondo para que la superficie quede sensiblemente de acuerdo con el proyecto, y se limpiará y apisonará ligeramente.

Se verificarán las cotas y pendientes finales con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

#### **2.2.2.7. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

En terrenos que puedan ser erosionados o meteorizados por las lluvias, la excavación no deberá permanecer abierta a su rasante final más de 8 días sin que sea protegida o finalizados los trabajos de colocación de la tubería, cimentación o conducción a instalar en ella.

Se deberá acodalar y tensar la parte inferior de la última banda excavada antes de abandonar el tajo. Se deberá proteger de las filtraciones y erosión provocada por aguas de escorrentía.

El desmontaje de la entibación se realizará de manera horizontal comenzando por las franjas inferiores

Se revisarán las entibaciones al comienzo de cada jornada de trabajo, tensando los codales que se hayan aflojado. En interrupciones de trabajo de más de un día y/o la presencia de lluvias o heladas se extremarán las precauciones.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.2.2.8. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

##### **Control de ejecución**

Se prestará especial atención en el control de ejecución de:

-Replanteo:

- Dimensiones en planta y cotas de fondo.
- Errores en Control de ejecución
- Dimensiones en planta y cotas de fondo.
- Errores en las dimensiones, respecto al replanteo, superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.

-Durante la excavación:

- Se comprobará que los terrenos atravesados y de fondo son los que recoge el proyecto y en el estudio geotécnico. Grosor de las capas. Compacidad del terreno de fondo.
- Se comprobará la cota del fondo.
- En excavaciones con medianeras. Mantener precauciones y hacer revisión general de las edificaciones medianeras al terminar el vaciado. Se comprobará el nivel freático en relación con lo previsto.
- Defectos a simple vista, cavernas, galerías, colectores, etc. Agresividad del terreno y/o del agua freática.
- Pozos. Entibación en su caso.

-Entibación de zanja.

- Errores en las dimensiones, respecto al replanteo, superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.
- Verificar la escuadría, separación y posición de la entibación, no aceptándose que sean inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

-Entibación de pozo:

- Por cada pozo se verificará una escuadría, separación y posición, no aceptándose si las escuadrías, separaciones y/o posiciones son inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

Las dimensiones, respecto al replanteo, superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.

#### **2.2.2.9. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m3 de excavación a cielo abierto, medido sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de comenzar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.
- m2 de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras, en terrenos deficientes, blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.
- m2 de entibación, totalmente terminada, incluyendo los clavos y cuñas precisos, retirada, limpieza y apilado del material.

### **2.2.3. PERFILADOS Y REFINOS**

#### **2.2.3.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

- **Tierras:**

De préstamo o propias de la excavación.

Se verificará, en la recepción de las tierras, que no sean expansivas, que no contengan restos vegetales y que no se encuentren contaminadas. Préstamos: el material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que se ordene.

- **Entibaciones:**

Elementos de madera, como pino o abeto: tableros, cabeceros, codales, etc. La madera aserrada se deberá ajustar, como mínimo, a la clase I/80.

No presentarán principio de pudrición, alteraciones ni defectos. Contenido de humedad mínimo igual o menor del 15%.

- Tensores circulares de acero protegido contra la corrosión.
- Sistemas prefabricados metálicos y/o de madera: tableros, placas, puntales, etc.
- Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.
- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

- **Préstamos:**

El contratista comunicará a la Dirección Facultativa, con suficiente antelación, la apertura de los préstamos, para que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado. Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

#### **2.2.3.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Depósitos de tierra:

Se deberán situar en los lugares que al efecto señale la Dirección Facultativa y evitando caída de material hacia la

excavación y evitando obstaculizar la circulación.

### 2.2.3.3. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

Si fuera precisa la realización de ensayos, se podrían realizar:

- Préstamos autorizados: con el material seleccionado. Ensayos para determinar las características físicas y mecánicas del nuevo suelo: identificación granulométrica. Límite líquido. Contenido de humedad. Contenido de materia orgánica. Índice CBR e hinchamiento. Densificación de los suelos bajo una determinada energía de compactación (ensayos Proctor Normal y Proctor Modificado). Lo que determinará su idoneidad y por tanto la aprobación para su uso.
- Entibaciones de madera: ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad. Peso específico. Higroscopicidad. Coeficiente de contracción volumétrica. Dureza. Resistencia a compresión. Resistencia a la flexión estática y módulo de elasticidad E. Resistencia a la tracción. Resistencia a la hienda. Resistencia a esfuerzo cortante.

### 2.2.3.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

#### - Ejecución

Se verificarán el replanteo de los puntos de nivel marcados, y cuál es el espesor de la capa de tierra vegetal.

Se deberán tomar las medidas precisas para que la resistencia del terreno no excavado no sufra merma en su resistencia. Se tendrá especial atención en lo referente a la inestabilidad de taludes en suelos rocosos debido a voladuras con explosivos, deslizamientos debidos a descalce del pie de las excavaciones, encharcamientos por falta de drenaje, erosiones, etc.

#### - Trabajos de desbroce del terreno, eliminación de tierra vegetal y limpieza:

Se colocarán vallas en las zonas de vegetación y/o arbolado a mantener. Los árboles a derribar deberán caer hacia el centro de la zona acotada para su limpieza. Se eliminarán todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro, eliminándolos hasta una profundidad de 50 cm por debajo de la cota de excavación y mínimo 15 cm bajo la superficie natural del terreno. Se rellenarán y compactará con material del propio suelo, o material análogo, los huecos causados por estas extracciones.

La tierra vegetal que no se hubiera extraído en los trabajos de desbroce, se removerá y se acopiará para su posible utilización en protección de taludes o superficies erosionables si lo ordena la Dirección Facultativa.

#### - Entibaciones y aseguramiento de taludes:

Se deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de las excavaciones, y colocar de manera correcta los sistemas de entibación, de refuerzo y protección superficial del terreno, para evitar posibles desprendimientos y deslizamientos, esto se llevará a cabo, aunque dichos medios estén definidos en el proyecto ni hubieran sido ordenados por la Dirección Facultativa. Las uniones entre piezas de entibación garantizarán la rigidez y el monolitismo del conjunto.

En tierras cohesionadas, generalmente, se iniciará la entibación a partir de una altura de 60 cm o de 80 cm, colocándose a partir de esa profundidad cinturones horizontales de entibación, formados por dos o tres tablas horizontales, sostenidas por tabloncillos verticales apuntalados con maderas o gatos metálicos. Cuando se trate de entibación con tablas verticales, se colocarán actuando por secciones sucesivas, de 1,80 m de profundidad como máximo, mediante la colocación de tablas de 2 m, colocadas verticalmente y sujetadas por marcos horizontales. Así se consigue que las tablas sobrepasen 20 cm por encima de la zanja para que realice las funciones de rodapié y evitar la posible caída de objetos y materiales a la zanja.

En terrenos de dudosa cohesión se entibará verticalmente según se va excavando y extrayendo las tierras.

Se realizará de tal manera que se pueda desentibar una banda de terreno pudiendo dejar el resto entibado. Se colocarán los tableros y codales de modo que sea su cara mayor la que quede en contacto con el terreno o el tablero. Los codales tendrán una longitud de 2 cm más que la separación real entre cabeceros opuestos, se llevarán a su posición mediante golpeo con maza en sus extremos y deberán vibrar al golpearlos una vez colocados. Se evitará mediante taquetes clavados el deslizamiento de codales, cabeceros y tensores. Los empalmes de cabeceros se harán a tope, con codales a ambos lados de la junta.

En terrenos sueltos las tablas o tabloncillos se clavarán en el terreno antes de excavar, dejando empotrados al menos 20 cm en cada descenso.

En excavaciones en una arcilla que se haga fluida en el momento del trabajo o en una capa acuifera de arena fina, se deberán apuntalar fuertemente y utilizar planchas de entibación con una rigidez suficiente para evitar el hundimiento de dicha capa.

No deberán quedar paños excavados sin entibar al final de cada jornada. Antes del comienzo de los trabajos, diariamente se llevará a cabo la revisión de todas las entibaciones, reforzándolas, tensando los codales que se hayan aflojado, etc. Siempre que se hubieran interrumpido los trabajos por condiciones atmosféricas, más de un día, se extremará la prevención y revisión de las condiciones de la entibación.

#### - Agotamientos y evacuación de las aguas de las excavaciones:

Se adoptarán las medidas precisas para mantener libre de agua la zona de las excavaciones. Las aguas superficiales serán desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para impedir que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial y no se produzcan erosiones de los taludes. Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.2.1, será preceptivo disponer un adecuado sistema de protección de escorrentías superficiales que pudieran alcanzar al talud, y de drenaje interno que evite la acumulación de agua en el trasdós del talud.

Se paralizarán los trabajos en condiciones de temperatura inferiores a 2º C

- **Desmontes:**

El terreno se excavará con pala cargadora, entre los límites marcados, hasta la cota de la base de la maquinaria. La máquina descenderá hasta el siguiente nivel ejecutando la misma operación. La cota entre niveles sucesivos no será superior a 1,65 m. Y así hasta llegar a la cota final marcada.

Bordes con estructura de contención: Si existiera un borde en el que previamente se haya colocado una estructura de contención los trabajos se realizarán excavando en dirección no perpendicular a ella. Se dejará una zona de protección sin excavar por la máquina igual o mayor de 1 m. Esta franja se excavará a mano, antes de comenzar la excavación de la banda inferior.

Bordes ataluzados: Se excavará hasta el perfil previsto, redondeando las aristas de pie, quiebro y coronación a ambos lados, en una longitud igual o mayor que 1/4 de la altura de la franja ataluzada.

En excavaciones realizadas a mano, la altura máxima de las bandas horizontales excavadas será de 1,50 m.

En terreno natural con pendientes superiores a 1:5 se harán bermas de 50-80 cm de altura, 1,50 m de ancho y 4% de pendiente hacia adentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables, a fin de facilitar los diferentes niveles de actuación de la máquina.

Los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos que vendrán determinados en el proyecto. En zonas de desmonte en tierra, se eliminarán las rocas puedan aparecer en la explanada.

En las excavaciones en roca se tendrá especial cuidado en no dañar o desprender las rocas no excavadas. Especialmente los taludes del desmonte y en la cimentación de la futura explanada.

En la ejecución de terraplenes se excavará previamente el terreno natural, para preparar la base del terraplado, hasta una profundidad no menor que la capa vegetal, y como mínimo de 15 cm. Posteriormente se escarificará el terreno para conseguir la necesaria trabazón entre el relleno y el terreno. En el caso de terrenos inestables, turba o arcillas blandas, se eliminará este material o se procederá a su consolidación.

La base del terraplén se regará uniformemente y se compactará. Posteriormente se extenderán tongadas sucesivas, de anchura y espesor uniforme, paralelas a la explanación y con un pequeño desnivel, que permita desaguar. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes. En general y salvo que se prescriba lo contrario, los equipos de transporte y extensión operarán sobre todo el ancho de cada capa.

En el caso de terraplenes sobre zonas de escasa capacidad portante se comenzarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

Tras extender cada tongada, se deberá proceder a su humectación, si es preciso, con humedecimiento uniforme. Si la humedad natural del material es excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas para su desecación.

El grado de humedad que se deberá conseguir se determinará según ensayos previos. Posteriormente se deberá proceder a la compactación.

- Bordes con estructuras de contención: se compactarán con compactador de arrastre manual.
- Bordes ataluzados: se redondearán todas las aristas en una longitud no menor que 1/4 de la altura de cada franja ataluzada.

En la coronación del terraplén (últimos 50 cm), se realizarán las labores de extendido y compactación de igual forma, hasta alcanzar una densidad seca del 100%. La última tongada se realizará con material seleccionado. En el caso de utilizar rodillos vibrantes para compactar, se darán unas últimas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar la vibración, y sellar la superficie.

Relleno del trasdós de los muros: se realizará cuando éstos tengan la resistencia precisa. Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.3, el relleno que se coloque adyacente a estructuras deberá disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para impedir daño a estas construcciones. Se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación, de no ser posible, el tráfico que precisamente tenga que pasar sobre las capas ejecutadas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

La excavación de los taludes se deberá realizar de manera que no se dañe su superficie final, y que se impida la descompresión excesiva o prematura de su pie y evitar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. En caso de tener que ejecutarse zanjas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. Se mantendrán abiertas el tiempo mínimo indispensable, compactándose cuidadosamente el material del relleno.

De realizarse medidas especiales para la protección superficial del talud: plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., se llevarán a cabo inmediatamente después de la excavación del talud. Salvo autorización expresa, no se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales junto a bordes de coronación de taludes.

En cuanto a los depósitos de tierra, el material depositado no se podrá colocar de manera que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo. Tendrán forma regular, con superficies lisas para favorecer la escorrentía de las aguas y taludes estables para evitar cualquier derrumbamiento.

En el caso de encontrar cualquier tipo de anomalía no prevista durante la excavación como variación de estratos o de sus características, emanaciones de gas, restos de construcciones, valores arqueológicos, se pararán los trabajos y se comunicará de forma inmediata a la Dirección Facultativa.

#### **2.2.3.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

A las compañías que tengan servicios en la zona se les pedirá plano en el que se recoja la posición y se consultará la solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, y las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica. Además, se realizarán catas de forma manual para cotejar la información obtenida de las compañías suministradoras respecto a la posición de las instalaciones y conducciones.

Se requerirá la documentación complementaria para detectar los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica. Se procederá a excavar el terreno en bandas horizontales que posteriormente se procederán a entibar.

Previamente al comienzo de los trabajos, si fuera preciso realizar entibaciones, se presentarán a la aprobación de la Dirección Facultativa los cálculos justificativos, que podrán ser modificados por la misma cuando lo considere preciso.

La elección del tipo de entibación dependerá del tipo de terreno, de las solicitudes por cimentación próxima o vial y de la profundidad del corte.

#### **2.2.3.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Desmante:

No se aceptarán excavaciones por medios manuales de profundidad mayor de 1,65 m.

#### **2.2.3.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Superficies de excavación y explanadas limpias. Taludes estables.

#### **2.2.3.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se deberá proteger de las filtraciones y erosión provocada por aguas de escorrentía.

En los terraplenes se protegerán contra la erosión los bordes ataluzados, cuidando que la vegetación plantada no se seque, y contra la acumulación de aguas en la coronación, mantener los drenajes, y sistemas de desagües para su correcto funcionamiento. Se deberá cortar el suministro de agua en caso de fugas junto a los taludes. No se concentrarán cargas excesivas junto a la parte superior de bordes ataluzados.

No se depositarán elementos, escombros o materiales sobrantes sobre los taludes ni en la explanación. No se excavará en los pies de los taludes ni en su coronación modificando la geometría del mismo. Se regarán regularmente para mantener el contenido de humedad.

El desmontaje de la entibación se realizará de manera horizontal comenzando por las franjas inferiores

Se protegerán especialmente los taludes expuestos a erosión potencial. Se deberá acodalar y tensar la parte inferior de la última banda excavada antes de abandonar el tajo.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.2.3.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

##### **- Control de ejecución**

Se prestará especial atención en el control de ejecución de:

-Limpieza y desbroce del terreno. Situación del elemento.

Cota de la explanación.

Situación de vértices del perímetro. Distancias relativas a otros elementos. Forma y dimensiones del elemento.

Horizontalidad: nivelación de la explanada. Altura: grosor de la franja excavada.

Condiciones de borde exterior.

Limpieza de la superficie de la explanada en cuanto a eliminación de restos vegetales y restos susceptibles de pudrición.

-Retirada de tierra vegetal.

Comprobación geométrica de las superficies resultantes tras la retirada de la tierra vegetal.

-Desmontes.

Control geométrico: se verificarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo del eje, bordes de la explanación y pendiente de taludes, con mira cada 20 m como mínimo.

-Base del terraplén.

Control geométrico: se verificarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo. Nivelación de la explanada.

Densidad del relleno del núcleo y de coronación.

-Entibación de zanja.

Replanteo, no admitiéndose errores superiores al 2,5/1000 y variaciones en  $\pm 10$  cm.

Se verificará una escuadría, y la separación y posición de la entibación, no aceptándose que sean inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

#### 2.2.3.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m2 de limpieza y desbroce del terreno con medios manuales o mecánicos.
- m3 de retirada y apilado de capa tierra vegetal, con medios manuales o mecánicos.
- m3 de desmonte, incluyendo replanteo y afinado. Medido el volumen excavado sobre perfiles. Justificando el exceso de excavación si se produjera.
- m3 de base de terraplén, incluyendo replanteo, desbroce y afinado. Medido el volumen excavado sobre perfiles.
- m3 de terraplén, incluyendo la extensión, riego, compactación y refino de taludes. Medido el volumen rellenado sobre perfiles.
- m2 de entibación, incluyendo los clavos y cuñas precisos, retirada, limpieza y apilado del material. Totalmente terminada.

### 2.2.4. RELLENOS Y COMPACTACIONES

#### 2.2.4.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados.

Incluye la mayor parte de los suelos, normalmente granulares. También algunos materiales resultantes de la actividad industrial: ciertas escorias y cenizas pulverizadas. En ocasiones pueden utilizarse materiales manufacturados, como agregados ligeros. En el caso de suelos cohesivos deberán cumplir ciertas condiciones especiales de selección, colocación y compactación.

Se verificará que el material es homogéneo y que su humedad es la adecuada para impedir su segregación durante su puesta en obra y que obtenga el grado de compactación exigido, antes de proceder a extenderlo.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.2, se tomarán en consideración para la selección del material de relleno los siguientes aspectos: granulometría; resistencia a la trituración y desgaste; compactibilidad; permeabilidad; plasticidad; resistencia al subsuelo; contenido en materia orgánica; agresividad química; efectos contaminantes; solubilidad; inestabilidad de volumen; susceptibilidad a las bajas temperaturas y a la helada; resistencia a la intemperie; posibles cambios de propiedades debidos a la excavación, transporte y colocación; posible cementación tras su colocación.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.2, normalmente no se utilizarán los suelos expansivos o solubles. Tampoco los susceptibles a la helada o que contengan, en alguna proporción, hielo, nieve o turba si van a utilizarse como relleno estructural.

#### 2.2.4.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales

Se evitará la segregación y contaminación formando los acopios sobre superficies que no estén contaminadas, evitando mezclar materiales de distintos tipos y acortando el tiempo de exposición a la intemperie.

#### 2.2.4.3. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

El tipo, número y frecuencia de los ensayos dependerá del tipo y heterogeneidad del material y de la naturaleza de la construcción en que vaya a utilizarse el relleno. Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.1, se deberá disponer de un material de características adecuadas al proceso de colocación y compactación y que permita obtener, después del mismo, las precisas propiedades geotécnicas.

#### 2.2.4.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

##### - Ejecución

En rellenos con tierras propias, generalmente, se verterán las tierras en el orden inverso al de su extracción. Rellenando por tongadas de 20cm, apisonando, desechando áridos o terrones mayores de 8 cm.

En relleno con tierras arenosas, se compactará con bandeja vibratoria.

En rellenos en el trasdós de muros, se deberá realizar cuando éste tenga la resistencia precisa y no antes de 21 días cuando se trate de muros de hormigón.

- Conforme al CTE DB SE C, apartado 4.5.3, antes de proceder al relleno, se ejecutará una buena limpieza del fondo y, si es preciso, se apisonará o compactará debidamente. Previamente a la colocación de rellenos bajo el agua deberá dragarse cualquier suelo blando existente.
- Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.3, los procedimientos de colocación y compactación del relleno deberán asegurar su estabilidad en todo momento, evitando además cualquier perturbación del subsuelo

natural.

- Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.3, el relleno que se coloque adyacente a estructuras deberá disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para impedir daño a estas construcciones.

#### **2.2.4.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Las excavaciones presentarán un aspecto cohesivo, con los laterales y fondos limpios y perfilados y se habrán eliminado los lentejones.

En rellenos sobre terrenos en los que existan corrientes de aguas superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y captarán las segundas, conduciéndolas fuera del área donde vaya a realizarse el relleno, previo a ejecutarlo.

#### **2.2.4.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

El relleno se deberá ajustar a lo especificado y sin asientos en su superficie.

Se verificará, que la densidad de muestras de terreno apisonado no sea menor que el terreno inalterado colindante. Si se produjese contaminación en alguna zona del relleno, dicho material se desechará y se sustituirá por terreno sin contaminar.

#### **2.2.4.7. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se harán en el plazo lo más corto posible, cubriéndose para impedir la contaminación del relleno.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.2.4.8. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

##### **- Control de ejecución**

Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.4, el control de un relleno deberá asegurar que el material, su contenido de humedad en la colocación y su grado final de compactación obedecen a lo especificado.

##### **- Ensayos y pruebas**

Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.4, el grado de compactación se especificará como porcentaje del obtenido como máximo en un ensayo de referencia como el Proctor. En rellenos con alta proporción de áridos de tamaño grueso no son aplicables los ensayos Proctor. Por lo que se verificará la compactación por métodos de campo: ensayos de carga con placa, rellenos de prueba para definir el proceso final, verificar asientos haciendo una pasada adicional del equipo de compactación, así como el empleo de métodos dinámicos o sísmicos.

#### **2.2.4.9. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m<sup>3</sup> de relleno y extendido de material filtrante, compactado, incluso refino de taludes.
- m<sup>3</sup> de relleno de zanjas o pozos, con tierras propias, tierras de préstamo y arena, compactadas por tongadas uniformes, con pisón manual o bandeja vibratoria.

## **2.2.5. CARGAS Y TRANSPORTES**

### **2.2.5.1. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

En descargas para la formación de terraplenes, será precisa una persona auxiliar experta para impedir al camión acercarse demasiado al borde del terraplén, es recomendable la colocación de topes a una distancia igual a la altura del terraplén, y/o como mínimo de 2 m. Si es imprescindible que se acerque, se calculará la posición de los topes según la resistencia del terreno.

Se deberá acotar la zona de acción de cada máquina en su tajo. Si maniobra marcha atrás o en casos de falta de visibilidad, el conductor estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se tendrá aún mayor precaución cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.

En la operación de vertido de materiales con camiones, un auxiliar se encargará de dirigir la maniobra con objeto de impedir atropellos a personas y colisiones con otros vehículos.

La carga se realizará por los laterales del camión o por la parte trasera. En ningún caso la pala pasará por encima de la cabina.

Si son precisas rampas el ancho mínimo será de 4,50 m, ensanchándose en las curvas, y con pendiente máximas del 12% en tramos rectos y del 8% en tramos curvos, teniendo en cuenta el grado de maniobra de los vehículos. Manteniéndose en los laterales de la rampa el talud que se necesite según el tipo de terreno. Antes de salir a la vía pública deberá existir un tramo horizontal de longitud mínima de una vez y media la separación de ejes. Mínimo 6 m.

### **2.2.5.2. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Se marcarán e identificarán las zonas de trabajos y vías de circulación.

Si existieran tendidos eléctricos, con los hilos desnudos, se deberá tomar alguna de las medidas siguientes: Desvío de



la línea, corte de la corriente eléctrica, protección de la zona mediante apantallados o bien guardar las máquinas y vehículos a una distancia de seguridad que se determinará en función de la carga eléctrica.

### 2.2.5.3. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra

Control de ejecución

Se controlará que no se supere la sobrecarga autorizada del camión.

### 2.2.5.4. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

m<sup>3</sup> de tierras o escombros sobre camión, con una distancia determinada a la zona de vertido, considerando tiempos de ida, descarga y vuelta, se puede incluir, o no, el tiempo de carga y/o la carga, tanto manual como con medios mecánicos.

## 2.2.6. EXCAVACIÓN EN ZANJAS SANEAMIENTO

### 2.2.6.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Entibaciones.

Elementos de madera, como pino o abeto: tableros, cabeceros, codales, etc. La madera aserrada se deberá ajustar, como mínimo, a la clase I/80.

No presentarán principio de pudrición, alteraciones ni defectos. Contenido de humedad mínimo igual o menor del 15%.

- Tensores circulares de acero protegido contra la corrosión.
- Sistemas prefabricados metálicos y/o de madera: tableros, placas, puntales, etc.
- Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.
- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.
- Maquinaria: pala cargadora, compresor, martillo neumático, martillo rompedor.

### 2.2.6.2. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

Si fuera necesaria la realización de ensayos, se podrían realizar:

Entibaciones de madera:

- Ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad.
- Peso específico.
- Higroscopicidad.
- Coeficiente de contracción volumétrica.
- Dureza.
- Resistencia a compresión.
- Resistencia a la flexión estática y módulo de elasticidad E.
- Resistencia a la tracción.
- Resistencia a la hienda.
- Resistencia a esfuerzo cortante.

### 2.2.6.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

#### - Ejecución

La Dirección Facultativa comprobará el replanteo de las zanjas o pozos, y autorizará el comienzo de la excavación. Se excavará hasta la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada. En el caso de zanjas o pozos para cimientos, la excavación comenzará cuando se disponga de los elementos para la construcción de los mismos, excavándose los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

#### - Entibaciones:

Se deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de las excavaciones, por lo que si resultan inestables se entibarán. Las uniones entre piezas de entibación garantizarán la rigidez y el monolitismo del conjunto.

La excavación se llevará a cabo en bandas horizontales de altura igual a la separación entre codales más 30 cm, máximo, y se irá entibando a medida que se excava. Los materiales de excavación aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar a un solo lado de la zanja a una separación mínima de 60 cm del borde.

Los apeos, apuntalamientos, contenciones, etc., realizados para la sujeción de construcciones, vallados, cerramientos o terrenos adyacentes a las excavaciones, se mantendrán mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y el fondo de pozos y zanjas. En el caso de zanjas o pozos para cimentación, una vez realizada la excavación se revisarán las edificaciones medianeras.

Generalmente, se impedirá la entrada de aguas superficiales a los pozos o zanjas, achicándolas lo antes posible y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas.

**- Excavación de los Pozos y zanjas:**

Conforme al CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, la excavación deberá hacerse con sumo cuidado para que la alteración de las características mecánicas del suelo sea la mínima inevitable. Las dimensiones serán las fijadas en el proyecto, así como la cota de profundidad. La Dirección Facultativa ordenará por escrito o gráficamente las posibles modificaciones a las mismas a la vista de la naturaleza y condiciones del terreno excavado.

Para la excavación de pozos junto a cimentaciones próximas y con una mayor profundidad que éstas, se deberán realizar los trabajos de excavación y consolidación en el menor tiempo posible; de ser posible realizar apeos para reducir la presión de la cimentación sobre el terreno. En caso de ser necesario se podrá dejar media cara vista de la zapata existente, como máximo, y convenientemente entibada. La excavación se llevará a cabo separando los ejes de pozos abiertos consecutivos no menos de la suma de las separaciones entre tres zapatas aisladas o mayor o igual a 4 m en zapatas corridas o losas. No se considerarán pozos abiertos los que ya posean estructura final y consolidada de contención o se hayan rellenado compactando el terreno.

En el caso de excavaciones a máquina además será necesario que el terreno admita talud en corte vertical para esa profundidad y que la separación entre el tajo de la máquina y la entibación no sea mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

En la ejecución con bataches se procederá conforme a la siguiente secuencia: se replantearán los bataches; se comenzará la excavación alternada de los bataches, comenzando por uno de los extremos del talud; se ejecutarán los elementos estructurales de contención de las zonas excavadas, en el mismo orden de excavación. Generalmente se ejecutarán comenzando por la parte inferior en el caso de excavación con máquina, y superior en excavaciones manuales. No se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del batache, debiendo separarse del mismo una distancia no menor de dos veces su profundidad.

En bataches realizados a máquina se acotará la zona de acción de cada máquina.

Podrán vaciarse los bataches sin realizar previamente la estructura de contención, hasta una profundidad máxima, igual a la altura del plano de cimentación próximo más la mitad de la distancia horizontal, desde el borde de coronación del talud a la cimentación o vial más próximo ( $h+D/2$ ).

Se entibarán los bataches con anchura igual o mayor de 3 m.

En las labores de refino se retirarán los fragmentos de roca, lajas, terreno, etc., que hayan quedado de manera inestable en la superficie final de la excavación, para evitar que se desprendan. El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si se produjera un sobreebanco de excavación, inadmisibles bajo el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado. En terrenos que la lluvia les pueda afectar bien por meteorización o erosión, las operaciones de refino se harán en un plazo comprendido entre 3 y 30 días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas del sitio.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, aunque el terreno firme se encuentre muy superficial, es conveniente profundizar de 0,5 m a 0,8 m por debajo de la rasante.

#### **2.2.6.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Se verificarán las instalaciones que se puedan ser afectadas por el vaciado, pidiendo a las Compañías Suministradoras la posición y solución a adoptar, también se determinará la distancia de seguridad a tendidos eléctricos aéreos. Se deberán realizar catas de forma manual para comprobar la información de las Compañías. También la distancia, profundidad y tipo de la cimentación y estructura de contención de los edificios que puedan verse afectados por el vaciado. Se estudiará la necesidad de apeos.

Los elementos de Servicio Público que se puedan ver afectados por la excavación, como bocas de riego, tapas de alcantarillado, sumideros, farolas, árboles, etc., se deberán proteger.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que no puedan ser afectados por el vaciado, además de las camillas dobles separadas del borde del vaciado mínimo un metro. En los puntos de referencia se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno y/o de las edificaciones que se recojan en proyecto. Diariamente se anotarán dichos los desplazamientos control por la Dirección Facultativa.

Antes del comienzo de las excavaciones, se deberá aprobar por parte de la Dirección Facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte.

Se presentarán para aprobación de la Dirección Facultativa los cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, antes de iniciar los trabajos. Se tendrá en cuenta para la elección de las entibaciones el tipo de terreno, las solicitudes por cimentaciones o viales próximos y de la profundidad de la excavación.

Se determinarán las características de las cimentaciones situadas a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja.

El contratista notificará a la Dirección Facultativa, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, para que éste pueda efectuar las mediciones precisas sobre el terreno inalterado.

En todos los casos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo.

#### **2.2.6.5. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Comprobación final:

Una tolerancia de  $\pm 5$  cm, de las superficies de fondo y paredes una vez refinadas.

El grado de acabado de refino de taludes el que se pueda conseguir utilizando los medios mecánicos, sin desviaciones de línea y pendiente, superiores a 15 cm, comprobando con regla de 4 m.

Las irregularidades se corregirán conforme a lo que disponga la Dirección Facultativa.

#### **2.2.6.6. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Una vez realizadas las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios precisos para mantener la estabilidad de deberán conservar las excavaciones en las condiciones de acabado.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, una vez hecha la excavación hasta la profundidad precisa y antes de constituir la solera de asiento, se nivelará bien el fondo para que la superficie quede sensiblemente de acuerdo con el proyecto, y se limpiará y apisonará ligeramente.

Se verificarán las cotas y pendientes finales con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

#### **2.2.6.7. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

En terrenos que puedan ser erosionados o meteorizados por las lluvias, la excavación no deberá permanecer abierta a su rasante final más de 8 días sin que sea protegida o finalizados los trabajos de colocación de la tubería, cimentación o conducción a instalar en ella.

Se deberá acodalar y tensar la parte inferior de la última banda excavada antes de abandonar el tajo. Se deberá proteger de las filtraciones y erosión provocada por aguas de escorrentía.

El desmontaje de la entibación se realizará de manera horizontal comenzando por las franjas inferiores

Se revisarán las entibaciones al comienzo de cada jornada de trabajo, tensando los codales que se hayan aflojado. En interrupciones de trabajo de más de un día y/o la presencia de lluvias o heladas se extremarán las precauciones.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.2.6.8. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Se prestará especial atención en el control de ejecución de:

-Replanteo:

- Dimensiones en planta y cotas de fondo.
- Errores en Control de ejecución
- Dimensiones en planta y cotas de fondo.
- Errores en las dimensiones, respecto al replanteo, superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.

-Durante la excavación:

- Se comprobará que los terrenos atravesados y de fondo son los que recoge el proyecto y en el estudio geotécnico. Grosor de las capas. Compacidad del terreno de fondo.
- Se comprobará la cota del fondo.
- En excavaciones con medianeras. Mantener precauciones y hacer revisión general de las edificaciones medianeras al terminar el vaciado. Se comprobará el nivel freático en relación con lo previsto.
- Defectos a simple vista, cavernas, galerías, colectores, etc. Agresividad del terreno y/o del agua freática.
- Pozos. Entibación en su caso.

-Entibación de zanja.

- Errores en las dimensiones, respecto al replanteo, superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.
- Verificar la escuadría, separación y posición de la entibación, no aceptándose que sean inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

-Entibación de pozo:

Por cada pozo se verificará una escuadría, separación y posición, no aceptándose si las escuadrías, separaciones y/o posiciones son inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas. Las dimensiones, respecto al replanteo, superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.

#### **2.2.6.9. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m3 de excavación a cielo abierto, medido sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de comenzar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.
- m2 de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras, en terrenos deficientes, blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.
- m2 de entibación, totalmente terminada, incluyendo los clavos y cuñas precisos, retirada, limpieza y apilado del material.

## 2.3. RED DE SANEAMIENTO

### 2.3.1. RED DE SANEAMIENTO

#### 2.3.1.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

La red de evacuación de agua estará formada por los siguientes elementos:

- Válvulas de desagüe. Las rejillas de todas las válvulas serán de latón cromado o de acero inoxidable, excepto en fregaderos en los que serán precisamente de acero inoxidable.
- Cierres hidráulicos, como: sifones individuales, botes sifónicos, sumideros sifónicos, arquetas sifónicas.
- Redes de pequeña evacuación.
- Calderetas o cazoletas y sumideros.
- Bajantes y canalones.
- Colectores, los cuales podrán ser colgados o enterrados.
- Los elementos de conexión.
- Arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable. Los tipos de arquetas pueden ser: a pie de bajante, de paso, de registro y de trasdós.
- Separador de grasas.

Subsistemas de ventilación.

- Ventilación primaria.
- Ventilación secundaria.
- Ventilación terciaria.
- Ventilación con válvulas de aireación-ventilación.

Elementos especiales.

- Válvulas antirretorno de seguridad.
- Sistema de bombeo y elevación.

Depuración. Fosa séptica.

- Fosa de decantación-digestión.

Características de los materiales para la instalación:

- Impermeabilidad total a líquidos y gases.
- Suficiente resistencia a las cargas externas.
- Resistencia a la fuerte agresividad de las aguas a evacuar.
- Flexibilidad para poder absorber sus movimientos.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia a la corrosión.
- Lisura interior.
- Absorción de ruidos, producidos y transmitidos.

Las bombas tendrán un diseño que garantice una protección adecuada contra las materias sólidas en suspensión en el agua. Deberán ser de regulación automática, que no se obstruyan fácilmente, y siempre que sea posible se someterán las aguas negras a un tratamiento previo antes de bombearlas.

Estos sistemas deberán estar dotados de una tubería de ventilación capaz de descargar adecuadamente el aire del depósito de recepción. El material utilizado en la construcción de las fosas sépticas deberá ser impermeable y resistente a la corrosión.

Se deberá comprobar la documentación de suministro y asegurarse que lo suministrado corresponde con los materiales del proyecto, a las órdenes de la Dirección Facultativa y que cumplen la normativa que le sea de aplicación:

- Accesorios de desagüe:
  - Defectos superficiales.
  - Diámetro del desagüe.
  - Diámetro exterior de la brida.
  - Tipo.
  - Estanquidad.
  - Marca del fabricante.
  - Norma a la que se ajusta.
- Desagües sin presión hidrostática:
  - Estanquidad al agua: sin fuga.
  - Estanquidad al aire: sin fuga.

- Ciclo de temperatura elevada: sin fuga antes y después del ensayo.
- Marca del fabricante.
- Diámetro nominal.
- Espesor de pared mínimo.
- Material.
- Código del área de aplicación.
- Año de fabricación.
- Comportamiento funcional en clima frío.

Se rechazarán las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte, que presentaren defectos o que no cumplan las especificaciones de proyecto.

#### **2.3.1.1.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Los materiales se almacenarán en lugar protegido de agentes meteorológicos, libre de humedad, alejado de peligros de impacto. Se evitará el contacto con el terreno. Se seguirán las instrucciones del fabricante y se mantendrán en sus embalajes originales.

#### **2.3.1.1.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.3.1.1.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

Las válvulas de desagüe y su interconexión, se efectuará con conexiones mediante juntas mecánicas con tuerca y junta tórica, se prohíbe la unión mediante masilla. No se utilizará líquido soldador cuando el tubo sea de polipropileno.

Los sifones individuales se instalarán lo más cerca posible de la válvula de descarga del aparato sanitario o en el mismo aparato sanitario. Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos, y siempre desde el propio local en que se encuentren instalados. Los cierres hidráulicos no quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc., que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento. Cuando el manguetón del inodoro sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

Los botes sifónicos serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua, y quedarán enrasados con el pavimento. A botes sifónicos que recojan desagües de urinarios no se podrán conectar desagües procedentes de ningún otro tipo de aparato sanitario. La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 2 cm y el tubo de salida como mínimo a 5 cm, formando así un cierre hidráulico. La conexión del tubo de salida a la bajante no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para impedir la pérdida del sello hidráulico.

La caldereta se instalará en paralelo con la bajante, para poder garantizar el funcionamiento de la columna de ventilación, tanto en las bajantes mixtas como en las bajantes de pluviales. El sumidero sifónico tendrá un diámetro superior a 1,5 veces el diámetro de la bajante a la que desagua y se dispondrá a una distancia de la bajante inferior o igual a 5 m, garantizándose que en ningún punto de la cubierta se supera una altura de 15 cm de hormigón de pendiente.

Canalones: Generalmente y salvo las siguientes especificaciones, se dispondrán con una pendiente mínima de 0,5%, hacia el exterior. Ejecución según el material:

Canalones de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las que se sujetará la chapa, se deberá ajustar a la forma de la misma y serán de pletina de acero galvanizado. Se colocarán estos elementos de sujeción a una distancia máxima de 50 cm e irá remetido al menos 1,5 cm de la línea de tejas del alero.

Canalones de plástico, se puede establecer una pendiente mínima de 0,16%. En estos canalones se unirán los diferentes perfiles con manguito de unión con junta de goma. La separación máxima entre ganchos de sujeción no excederá de 1 m, dejando espacio para las bajantes y uniones, aunque en zonas de nieve dicha distancia se reducirá a 70 cm. Todos sus accesorios deberán llevar una zona de dilatación de al menos 1 cm. La conexión de canalones al colector general de la red vertical aneja, en su caso, se hará a través de sumidero sifónico.

Bajantes: deberán quedar aplomadas y fijadas a la obra, mediante abrazaderas de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas deberá ser de 15 veces el diámetro. Presentarán un espesor mínimo de 12 mm, con elementos de agarre al menos entre forjados. Se mantendrán separadas de los paramentos. Cuando se trate de edificios de más de 10 plantas, se deberá interrumpir la verticalidad de la bajante con el fin de disminuir el posible impacto de caída, esta desviación deberá preverse con piezas especiales o escudos de protección de la bajante y el ángulo de la desviación con la vertical deberá ser superior a 60°, para impedir posibles atascos. El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados in situ. Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones. Se impedirán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se impedirá el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva. Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 70 cm para tubos de diámetro no superior a 5 cm y cada 50 cm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a paramentos verticales, estos tendrán un espesor mínimo de 9 cm. Las

abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada. Para tuberías empotradas se aislarán para impedir corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros. Si se utilizaran tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto. Los pasos a través de forjados, o de cualquier elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 1 cm, que se retacará con masilla asfáltica o material elástico.

Unión de la bajante a la arqueta: se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca. Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga, se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de este, para evitar que funcione como ménsula.

Si las arquetas son fabricadas in situ, podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, se apoyarán sobre una solera de hormigón de 10 cm de espesor y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10 cm. La tapa será hermética con junta de goma para impedir el paso de olores y gases. Los encuentros de las paredes laterales se deberán realizar a media caña, para impedir el depósito de materias sólidas en las esquinas. Igualmente, se conducirán las aguas entre la entrada y la salida mediante medias cañas realizadas sobre cama de hormigón formando pendiente.

Ventilaciones primarias: irán provistas del correspondiente accesorio estándar que garantice la estanquidad permanente del remate entre impermeabilizante y tubería. En las bajantes mixtas o residuales, que vayan dotadas de columna de ventilación paralela, ésta se montará lo más próxima posible a la bajante; para la interconexión entre ambas se utilizarán accesorios estándar del mismo material de la bajante, que garanticen la absorción de las distintas dilataciones que se produzcan en las dos conducciones, bajante y ventilación. Dicha interconexión se realizará, en cualquier caso, en el sentido inverso al del flujo de las aguas, para evitar que éstas penetren en la columna de ventilación. Los pasos a través de forjados se harán en idénticas condiciones que para las bajantes. La ventilación terciaria se conectará a una distancia del cierre hidráulico entre 2 y 20 veces el diámetro de la tubería. Se realizará en sentido ascendente o en todo caso horizontal por una de las paredes del local húmedo. Las válvulas de aireación se montarán entre el último y el penúltimo aparato, y por encima, de 1 a 2 m, del nivel del flujo de los aparatos. Se colocarán en un lugar con ventilación y accesible. La unión podrá ser por presión con junta de caucho o sellada con silicona. El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia igual o mayor que 1 m a ambos lados.

Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería. En los cambios de dirección se situarán codos de 45°, con registro roscado.

La separación entre abrazaderas será función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:

- En tubos de PVC y para todos los diámetros, 3 cm.
- En tubos de fundición, y para todos los diámetros, 3 mm.

Aunque se deberá verificar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,50 m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de esta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red. Cuando la generatriz superior del tubo quede a más de 25 cm del forjado que la sustenta, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se harán mediante silletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados al forjado en ambos sentidos, (aguas arriba y aguas abajo), del eje de la conducción, para impedir el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte. En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación precisos. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 m. La tubería principal se prolongará 30 cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones. Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contratubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las bajantes.

En la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se tendrá en cuenta la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

Para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.

Para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa.

Se tomarán las medidas adecuadas cuando exista la posibilidad de invasión de la red por raíces de las plantaciones inmediatas a ésta, como por ejemplo colocar mallas de geotextil. Los tubos se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular (arena/grava) o tierra exenta de piedras (grueso mínimo de 10 + diámetro exterior/ 10 cm). Cuando se trate de terrenos poco consistentes, la base será un lecho de hormigón de 15 cm en toda su longitud y sobre él se extenderá el lecho de material granular. Se compactarán los laterales y se dejarán al descubierto las uniones hasta haberse realizado las pruebas de estanquidad. El relleno se realizará por capas de 10 cm, compactando, hasta 30 cm del nivel superior en que se realizará un último vertido y la compactación final.

**Tuberías de materiales plásticos:** el lecho de apoyo se interrumpirá reservando unos nichos en la zona donde irán situadas las juntas de unión. Una vez situada la tubería, se rellenarán los flancos para impedir que queden huecos y se compactarán los laterales hasta el nivel del plano horizontal que pasa por el eje del tubo. Se utilizará relleno que no contenga piedras o terrones de más de 3 cm de diámetro y tal que el material pulverulento, (diámetro inferior a 0,1 mm), no supere el 12%. Se proseguirá el relleno de los laterales hasta 15 cm por encima del nivel de la clave del tubo

y se compactará nuevamente. La compactación de las capas sucesivas se realizará por capas no superiores a 30 cm y se utilizará material exento de piedras de diámetro superior a 1 cm.

**Depósito acumulador de aguas residuales:** a fin de evitar malos olores será de construcción estanca y contará con una tubería de ventilación con un diámetro igual a la mitad del de acometida y de al menos 8 cm. Será, de planta circular, preferiblemente, para impedir la acumulación de depósitos sólidos. Entre el nivel máximo del agua en el depósito y la generatriz inferior de la tubería de acometida, deberá quedar un mínimo de 10 cm. El fondo del tanque deberá tener una pendiente mínima del 25%. Cuando se utilicen bombas de tipo sumergible, se alojarán en una fosa para reducir la cantidad de agua que queda por debajo de la boca de aspiración.

Para controlar la marcha y parada de la bomba se utilizarán interruptores de nivel, instalados en los niveles alto y bajo respectivamente. Se instalará además un nivel de alarma por encima del nivel superior y otro de seguridad por debajo del nivel mínimo. Cuando exista riesgo de flotación de los equipos, éstos se fijarán a su alojamiento para impedir dicho riesgo.

**Fosa seca,** se construirá de tal manera que haya, al menos, 60 cm alrededor y por encima de las partes o componentes que puedan necesitar mantenimiento. Presentará ventilación adecuada, iluminación mínima de 200 lux y un sumidero de al menos 10 cm de diámetro.

Se dispondrán llaves de corte en la entrada del equipo, en la salida y después de la válvula de retención. No se realizará conexión alguna en la tubería de descarga del sistema. La tubería de descarga no se conectará a bajante de cualquier tipo. La conexión con el colector de desagüe se hará siempre por gravedad. En la tubería de descarga no se colocarán válvulas de aireación.

Todas las conexiones de las tuberías del sistema de bombeo y elevación estarán dotadas de los elementos precisos para la no transmisión de ruidos y vibraciones. El depósito de recepción que contenga residuos fecales no estará integrado en la estructura del edificio.

#### **2.3.1.1.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Se procederá a localizar las canalizaciones existentes y se realizará un replanteo de la canalización a realizar, con el trazado de los niveles de la misma. Los soportes de la instalación de saneamiento según los diferentes tramos de la misma serán:

- Zanjas realizadas en el terreno.
- Paramentos verticales (espesor mínimo ½ pie).
- Forjados.

En los forjados se habrán dejado los huecos precisos para el paso de conducciones y bajantes, así como los pasatubos en los elementos, según lo especificado en proyecto.

#### **2.3.1.1.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

No serán admitidas desviaciones superiores al 10%, respecto a los valores de proyecto.

#### **2.3.1.1.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Una vez finalizada la instalación se informará a la Dirección Facultativa. El técnico emitirá los certificados y/o documentación de la instalación conforme a la Reglamentación vigente.

#### **2.3.1.1.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se revisará que se encuentren cerradas todas las conexiones de los desagües que vayan a conectarse a la red de alcantarillado y se taparán todas las arquetas para impedir caídas de personas, materiales y objetos

No se utilizará la instalación para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.3.1.1.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

- Desagüe de aparatos:

- Sifones individuales en aparatos sanitarios y conexión a los aparatos.
- Botes sifónicos (en su caso). Conexión y tapa.
- Sifones registrables en desagües de aparatos de bombeo (lavadoras...)
- Pendientes de la red horizontal. Conexión a bajantes.
- Distancia máxima de inodoros a bajantes. Conexión del aparato a bajante.

- Sumideros:

- Replanteo. Nº de unidades. Tipo.
- Colocación. Impermeabilización, solapos.
- Cierre hidráulico. Conexión. Rejilla.

- Bajantes:

- Material y diámetro especificados.
- Existencia de pasatubos y sellado a través de forjados. Dos fijaciones mediante abrazaderas, por cada tubo.

Protección en zona de posible impacto.

- Remate de ventilación. Se prolonga por encima de la cubierta la longitud especificada.
- La ventilación de bajantes no estará asociada a otros conductos de ventilación de locales (tipo Shunt).

- Red horizontal:

- Conducciones enterradas:

- Zanjas de saneamiento. Profundidad. Lecho de apoyo de tubos. Pendientes. Relleno. Tubos. Material y diámetro según especificaciones. Conexión de tubos y arquetas. Sellado. Pozo de registro y arquetas:
- Disposición, material y dimensiones según especificaciones. Tapas de registro. Acabado interior. Conexiones a los tubos. Sellado.

- Conducciones suspendidas:

- Material y diámetro según especificaciones. Registros.
- Sujeción con bridas o ganchos al forjado (cada 70 cm). Pendientes. Juntas estancas.
- Pasatubos y sellado en el paso a través de muros.

- Red de desagües:

- Ventilación:

Conducciones verticales:

- Disposición: tipos y secciones según especificaciones. Correcta colocación y unión entre piezas. Aplomado: se comprobará la verticalidad.
- Sustentación: correcta sustentación de cada nivel de forjado. Sistema de apoyo. Aislamiento térmico: espesor especificado. Continuidad del aislamiento.
- Aspirador estático: altura sobre cubierta. Distancia a otros elementos. Fijación. Arriostramiento, en su caso.

Conexiones individuales:

- Derivaciones: Correcta colocación de la rejilla. Correcta conexión con pieza especial de derivación.

No se admitirán falseos interrumpidos en los falsos techos o pasos de tuberías no selladas. De realizarse se pondrá especial cuidado en no interrumpirlos en todo su recorrido, desde el suelo hasta el forjado superior.

- Ensayos y pruebas

Se harán pruebas de estanquidad, atendiendo a lo especificado en el CTE DB HS 5, apartado 5.6.

### **2.3.1.1.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- Canalizaciones:

- ml, incluso solera y anillado de juntas, relleno y compactado. Totalmente terminado.

- Conductos y guardacaños:

- ml, incluso uniones, accesorios y ayudas de albañilería.
- Tanto para la red horizontal como de la vertical, en el caso de colectores enterrados no se incluirá la excavación ni relleno de zanjas.

- Conductos de la instalación de ventilación:

- ml, incluida la parte proporcional de piezas especiales, rejillas, capa de aislamiento a nivel de forjado, medida la longitud desde el arranque del conducto hasta la parte inferior del aspirador estático.

- Conductos de la instalación de ventilación de piezas prefabricadas:

- Canalizaciones y zanjas filtrantes:

- ml, de igual sección totalmente colocadas y ejecutadas, respectivamente.

- Filtros de arena:

- m2 con igual profundidad, totalmente terminado.

- Resto de elementos de la instalación (sumideros, desagües, arquetas, botes sifónicos, etc.):

- ud, incluyendo todos los accesorios y conexiones precisos para su correcto funcionamiento. Totalmente colocada y comprobada.

### **2.3.2. MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE UNIDADES DE OBRA**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica. Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.



- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.
- En los tramos de las derivaciones interiores, los conductos no se fijarán a la obra con elementos rígidos (morteros, yesos). Se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:
- Tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.
- Tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa. Conforme al CTE DB HS 4, apartado 6.3.1:

Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ión cloruro superiores a 250 mg/l. Para los tubos de acero galvanizado las condiciones límites del agua a transportar, a partir de las cuales será preciso un tratamiento serán las de la tabla 6.1. Para las tuberías de acero inoxidable las calidades del mismo se seleccionarán en función del contenido de cloruros disueltos en el agua. Cuando éstos no sobrepasen los 200 mg/l se puede utilizar el AISI- 304. Para concentraciones superiores es preciso utilizar el AISI-316.

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 6.3.2:

Se impedirá el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor. Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable. En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para impedir contactos inconvenientes entre distintos materiales. Para los tramos de las derivaciones interiores, los conductos no deberán quedar sujetos a la obra con elementos rígidos (morteros, yesos). Si se utilizara tubería de gres (debido a existencia de aguas residuales muy agresivas), la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto. La derivación o manguetón del inodoro que atraviese un paramento o forjado, no se sujetará con mortero, sino a través de pasatubos, o sellando el intersticio entre obra y conducto con material elástico. Cualquier paso de tramos de la red a través de elementos estructurales dejará una holgura a rellenar con material elástico. Válvulas de desagüe: en su montaje se evitará la manipulación de las mismas, quedando prohibida unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador. Se deberán proteger las tuberías de fundición enterradas en terrenos particularmente agresivos. Se podrá impedir la acción de este tipo de terrenos mediante la aportación de tierras químicamente neutras o de reacción básica (por adición de cal), empleando tubos con revestimientos especiales y empleando protecciones exteriores mediante fundas de film de polietileno. En éste último caso, se utilizará tubo de PE de 0,2 mm de espesor y de diámetro superior al tubo de fundición. Como complemento, se utilizará alambre de acero con recubrimiento plastificado y tiras adhesivas de film de PE de unos 50 mm de ancho.

En redes de pequeña evacuación para tuberías empotradas se aislarán para impedir corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros. Si se utilizara tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto.

#### 2.3.2.1. Verificaciones y pruebas de servicio

Toda la documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente.

## 2.4. SOLERAS

### 2.4.1. SOLERAS

#### 2.4.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB HE 1, apartado 6, si forma parte de la envolvente térmica, se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos : conductividad térmica factor de resistencia a la difusión del vapor de agua densidad  $\rho$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>.

- Capa subbase: podrá ser de gravas, zahorras compactadas, etc.
- Impermeabilización: podrá ser de lámina de polietileno, etc.
- Hormigón en masa:
- Cemento: cumplirá las exigencias en cuanto a composición, características mecánicas, físicas y químicas que establece la Instrucción RC-16.
- Cumplirán las condiciones físico- químicas, físico-mecánicas y granulométricas establecidas en la Instrucción EHE-08. Es conveniente que el tamaño máximo del árido sea inferior a 40 mm, para facilitar la puesta en obra del hormigón.
- Agua: se admitirán todas las aguas potables, las tradicionalmente usadas y las recicladas procedentes del lavado de cubas de la central de hormigonado. Deberán cumplir las condiciones del artículo 27 de la Instrucción EHE-08. En caso de duda, el agua deberá cumplir las condiciones de dicho artículo.
- Armadura de retracción: será de malla electrosoldada de barras o alambres corrugados que cumple las

condiciones en cuanto a adherencia y características mecánicas mínimas establecidas en la Instrucción EHE-08.

- Aglomerantes, aglomerantes compuestos y mezclas hechas en fábrica para suelos autonivelantes a base de sulfato de calcio.
- Aglomerantes para soleras continuas de magnesita. Magnesita cáustica y cloruro de magnesio.

**Incompatibilidades entre materiales:** en la elaboración del hormigón, debido a su peligrosidad se permite el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables en una proporción muy baja, conforme a lo indicado en la Instrucción EHE-08.

- Sistema de drenaje
- Drenes lineales: tubos de hormigón poroso o de PVC, polietileno, etc. Drenes superficiales: láminas drenantes de polietileno y geotextil, etc.
- Encachados de áridos naturales o procedentes de machaqueo, etc.
- Arquetas de hormigón.
- Sellador de juntas de retracción: será de material elástico. Será de fácil introducción en las juntas y adherente al hormigón.
- Relleno de juntas de contorno: podrá ser de poliestireno expandido, etc.

Se eliminarán de las gravas acopiadas, las zonas segregadas o contaminadas por polvo, por contacto con la superficie de apoyo, o por inclusión de materiales extraños. El árido natural o de machaqueo utilizado como capa de material filtrante estará exento de arcillas y/o margas y de cualquier otro tipo de materiales extraños.

Se verificará que el material es homogéneo y que su humedad es la adecuada para impedir su segregación durante su puesta en obra y para conseguir el grado de compactación exigido. Si la humedad no es la adecuada se adoptarán las medidas precisas para corregirla sin alterar la homogeneidad del material.

#### 2.4.1.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales

Los acopios de las gravas se formarán y explotarán, de forma que se evite la segregación y compactación de las mismas.

#### 2.4.1.3. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### 2.4.1.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. De obtenerse mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

Ejecución

- Subbase granular:

Se extenderá sobre el terreno limpio y compactado, compactándola mecánicamente y enrasándola. Se colocará una lámina de polietileno sobre la subbase.

- Capa de hormigón:

Sobre la lámina impermeabilizante se extenderá una capa de hormigón, cuyo espesor vendrá definido en proyecto según el uso y la carga que tenga que soportar. Cuando se haya de disponer una malla electrosoldada se colocará antes de colocar el hormigón. El curado se realizará cumpliendo lo especificado en el artículo 71.6 de la Instrucción EHE-08

- Juntas de retracción:

Se ejecutarán mediante cajeados previstos o realizados posteriormente a máquina, no separadas más de 6 m, que penetrarán en 1/3 del espesor de la capa de hormigón.

- Juntas de contorno:

Antes de verter el hormigón se colocará el elemento separador de poliestireno expandido que formará la junta de contorno alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como pilares y muros.

- Drenaje. Conforme al CTE DB HS 1 apartado 2.2.2:

Si es preciso se dispondrá una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. Deberá disponerse una lámina de polietileno por encima del encachado, cuando este actúe de capa drenante.

Se colocarán tubos drenantes en el terreno situado bajo el suelo, que se conectarán a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior. Cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, se colocará al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.

En los muros pantalla los tubos drenantes se colocarán a un metro por debajo del suelo y repartidos uniformemente junto al muro pantalla.

Se colocará un pozo drenante por cada 800 m<sup>2</sup> en el terreno situado bajo el suelo. El diámetro interior del pozo será como mínimo igual a 70 cm. El pozo deberá disponer de una envolvente filtrante capaz de evitar el arrastre de finos del terreno. Deberán disponerse dos bombas de achique, una conexión para la evacuación a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y un dispositivo automático para que el achique sea permanente.

#### Residuos

En las centrales de obra para la fabricación de hormigón, el agua procedente del lavado de sus instalaciones o de los elementos de transporte del hormigón, se verterá sobre zonas específicas, impermeables y adecuadamente señalizadas. Estas aguas así almacenadas podrán reutilizarse como agua de amasado para la fabricación del hormigón, siempre que se cumplan los requisitos establecidos al efecto en el artículo 27 de la Instrucción EHE-08.

Siempre que se cumplan los requisitos establecidos al efecto en el artículo 27 de la Instrucción EHE-08.

Como criterio general, se procurará impedir la limpieza de los elementos de transporte del hormigón en la obra. Cuando fuera inevitable dicha limpieza, se deberán seguir un procedimiento semejante al anteriormente indicado para las centrales de obra.

En el caso de que accidentalmente se puedan provocar afecciones medioambientales tanto al suelo como a acuíferos cercanos, el constructor deberá sanear el terreno afectado y solicitar la retirada de los correspondientes residuos por un gestor autorizado. En caso de producirse el vertido, se gestionará los residuos generados según lo indicado en el punto 77.1.1 de la Instrucción EHE-08.

#### 2.4.1.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra

##### Soporte

Se compactarán y limpiarán los suelos naturales. Las instalaciones enterradas estarán terminadas.

Se fijarán puntos de nivel para la realización de la solera.

#### 2.4.1.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra

Se estará a lo dispuesto en el proyecto de ejecución o, en su defecto a lo establecido en el anejo nº11 de la Instrucción EHE-08. Se verificará que las dimensiones ejecutadas presentan unas desviaciones admisibles para el funcionamiento adecuado de la construcción.

#### 2.4.1.7. Condiciones de terminación de unidades de obra

La superficie de la solera se terminará mediante reglado, o se dejará a la espera del solado.

#### 2.4.1.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra

La solera no se someterá a la acción de aguas con pH mayor de 9 o con concentración de sulfatos superior a 0,20 gr/l. Asimismo, no se someterán a la acción de aceites minerales orgánicos o pesados.

Se impedirá la permanencia continuada sobre el pavimento de agentes químicos admisibles para el mismo y se tendrá especial cuidado de evitar la caída accidental de agentes químicos no admisibles.

No se superarán las cargas normales previstas.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### 2.4.1.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra

##### Control de ejecución

Se prestará especial atención en el control de ejecución de:

##### Ejecución:

- Compacidad del terreno, planeidad de la capa de arena, espesor de la capa de hormigón, planeidad de la solera. Planeidad de la capa de arena.
- Resistencia característica del hormigón.
- Resistencia característica del hormigón: no será inferior al noventa por ciento (90%) de la especificada. Impermeabilización: inspección general.
- Espesor de la capa de hormigón.

##### -Comprobación final:

- Planeidad de la solera.
- Junta de contorno: espesor y altura de la junta. Junta de retracción: separación entre las juntas.

Si existieran exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad por parte de la Propiedad, se deberá verificar por parte de la Dirección Facultativa durante la fase de ejecución, que se alcanza el nivel del índice ICES definido en proyecto (A, B, C, D). Conforme a la Instrucción EHE-08, Anejo 13.

#### 2.4.1.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

m<sup>2</sup> de solera terminada, con sus distintos espesores y características del hormigón, incluido limpieza y compactado de terreno.

Juntas:

ml, incluso separadores de poliestireno, con corte y colocación del sellado.

#### 2.4.1.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

No se dispondrán soleras en contacto directo con suelos de arcillas expansivas, ya que podrían producirse abombamientos, levantamientos y roturas de los pavimentos, agrietamiento de particiones interiores, etc.

#### 2.4.1.12. Verificaciones y pruebas de servicio

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE-EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE-EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

## 2.5. ESTRUCTURAS

### 2.5.1. ESTRUCTURAS DE MADERA (ARTÍCULO: E05M)

#### 2.5.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

- **Madera maciza:**
- **Madera aserrada:**

Clase resistente según las diferentes clases arbóreas, (CTE DB-SE-M).

En las tablas E.1 y E.2 del CTE DB-SE-M se recogen los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad permitiendo que especificada una clase resistente, se pueda utilizar, en el cálculo, los valores de dichas tablas.

a) coníferas y chopo: C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C40, C45 y C50;

b) frondosas: D30, D35, D40, D50, D60 y D70.

Se establece para la madera aserrada, la asignación de clase resistente, en función de la calidad según la norma de clasificación la especie arbórea y la procedencia considerada. Tiene carácter informativo y no exhaustivo, Tabla C.1 del Anejo C del CTE DB-SE-M.

Con carácter informativo y operativo. En la tabla C.2 Anejo C del CTE DB SE-M se incluye una selección del contenido de la norma UNE 56544:2011 relativa a la asignación de clase resistente a la madera aserrada.

Y por último en la tabla C.3, CTE DB SE-M, se incluye la relación de las especies arbóreas, citadas en la Tabla C.1, indicando el nombre botánico, y su procedencia. Otras denominaciones posibles de las especies arbóreas, locales o comerciales, se identificarán por su nombre botánico.

- **Madera de rollizo:**

Utilizadas en sistemas rústicos para la formación de forjados y en la construcción de armaduras de correas o de pares.

Se tratará de reducir los movimientos del material causados por la variación de humedad, para lo que se procurará que el contenido de humedad de la madera se corresponda a la humedad de utilización, siempre que el proceso de fabricación lo permita.

- **Madera laminada encolada:**

Piezas estructurales formadas mediante encolado de láminas de madera con dirección de la fibra sensiblemente paralela. Podrá estar fabricada con las maderas que se recogen en la norma UNE-EN 386: Madera laminada encolada. Requisitos de fabricación. Especificaciones y requisitos mínimos de fabricación, o en UNE-EN 14080:2013 Estructuras de madera. Madera laminada encolada y madera maciza encolada. Requisitos.

Las uniones dentadas para piezas enteras fabricadas de acuerdo con la norma UNE-EN 387, o UNE-EN 14080:2013, no deberán utilizarse en clase de servicio 3 cuando en la unión cambia la dirección de la fibra.

Cada lámina presentará un contenido de humedad comprendido entre el 8 y el 15%. Con una variación del contenido de humedad de las láminas de una misma pieza que no exceda el 4%. En las normas EN 13183, y la UNE-EN 13183-

3:2006 se recogen los procesos para la comprobación del contenido de humedad.

En el CTE BB- SE-M se clasifica según la clase resistente, para su uso estructural, pudiéndose determinar según el apartado D.2:

- Experimentalmente, mediante ensayos normalizados (CTE DB SE-M apartado D.2)
- Teóricamente según CTE DB SE-M, apartado D.3, a partir de las propiedades de las láminas de madera. Los valores de las propiedades de la madera laminada encolada que se clasifique según este apartado son mayores, o iguales, a los que corresponden para la clase resistente asignada, permitiendo al proyectista que, especificada una Clase Resistente, pueda utilizar, en el cálculo, los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad que se asocia a ella.

Clases resistentes:

- a) de la madera laminada encolada homogénea: GL24h, GL28h, GL32h y GL36h;
- b) de la madera laminada encolada combinada: GL24c, GL28c, GL32c y GL36c;

En la tabla D.1 del CTE-DB-SE-M se expresa la asignación de clases resistentes de la madera laminada encolada, y en el apartado D.4, Tabla D.2 del mismo documento, se incluyen las correspondencias conocidas entre las clases resistentes de madera laminada encolada y de madera aserrada usada en las láminas.

Para que obtenga la asignación de clase resistente a la madera laminada encolada se deberán realizar los ensayos de acuerdo con las normas UNE-EN 408:2011+A1:2012 y UNE-EN 1194, o la UNE-EN 14080:2013. Los valores obtenidos de las propiedades, mediante ensayos, deberán ser superiores, o iguales, a los correspondientes a la clase resistente a asignar.

Asignación de clase resistente a la madera laminada encolada mediante ensayos se obtiene mediante cálculo aplicando las expresiones matemáticas que figuran en la norma UNE-EN 1194, o la UNE-EN 14080:2013, para lo cual es preciso conocer, previamente, los valores característicos de las propiedades de la madera aserrada a utilizar en las láminas, de acuerdo con lo establecido en el anejo E, CTE DB SE-M.

En madera laminada combinada las expresiones se aplican a las propiedades de las partes individuales de la sección transversal. El análisis de las tensiones puede realizarse basándose en la hipótesis de la deformación plana de la sección. La comprobación de la resistencia deberá realizarse en todos los puntos relevantes de la sección transversal. Los valores de las propiedades obtenidos mediante las expresiones que figuran en la norma UNE-EN 14080:2013, deberán ser superiores o iguales a los correspondientes a la clase resistente a asignar.

La asignación de la clase resistente, con respecto a los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociadas se hará de acuerdo con las indicaciones del CTE, DB-SE-M, Anejo E, Tabla E.3 para la madera laminada encolada homogénea y Tabla E.4 para la madera laminada encolada combinada.

Los requisitos mínimos de fabricación se indican en la norma UNE 386 Madera laminada encolada. Especificaciones y requisitos mínimos de fabricación, o la UNE-EN 14080:2013, según la clase de servicio.

#### - Madera microlaminada:

Es un material derivado de la madera para uso estructural fabricado con chapas de madera de pequeño espesor (del orden de 3 a 5 mm) encoladas con la misma dirección de la fibra, conocida con las siglas de su nombre en inglés, LVL. La madera microlaminada para uso estructural deberá suministrarse con una certificación de los valores de las propiedades mecánicas y del efecto del tamaño de acuerdo con los planteamientos generales del CTE DB SE-M.

#### - Tablero estructural:

El tablero es un material derivado de la madera, generalmente una pieza en la que predominan la longitud y la anchura sobre el espesor. Los tableros pueden ser: contrachapado, de fibras, aglomerado y de virutas.

#### - Tablero Contrachapado:

Tablero de capas de chapas de madera encoladas de modo que las direcciones de las fibras de dos capas consecutivas formen un cierto ángulo, generalmente de 90°. Los valores característicos de las propiedades mecánicas de los tableros contrachapados deberán ser aportados por el fabricante de acuerdo con la normativa de ensayo UNE-EN 789:2006 y la UNE-EN 1058:2010.

Tablero de fibras es el formado por fibras lignocelulósicas mediante la aplicación de calor y/o presión. La cohesión se consigue por las propiedades adhesivas intrínsecas de las fibras o por adición de un aglomerante sintético. Podrán ser: Tablero de fibras de densidad media (tablero DM o MDF); Tablero de fibras duro (densidad mayor o igual a 900 kg/m<sup>3</sup>); Tablero de fibras semiduro (densidad comprendida entre 400 y 900 kg/m<sup>3</sup>).

Tablero aglomerado, formado por partículas de madera o de otro material leñoso, aglomeradas entre sí mediante un adhesivo y presión, a la temperatura adecuada.

Tablero de virutas, similar al de partículas, pero fabricado con virutas de mayores dimensiones. Con propiedades mecánicas mayores. Puede ser Tablero de virutas orientadas OSB (Oriented Strand Board), en cuyo caso las virutas de las capas externas estarán orientadas siguiendo la dirección longitudinal del tablero, por lo que las propiedades mecánicas del tablero se incrementan en esa dirección y disminuyen en la dirección perpendicular. Los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad de los tableros de fibras se incluyen en las tablas C9 y C10, del CTE, DB SE-M, y ambiente en el que se utilizan.

En las estructuras de madera, solo se utilizarán solamente aquellos que, en las correspondientes normas UNE, se especifica para uso estructural o de alta prestación estructural (este último con propiedades de resistencia y de rigidez mayores que el análogo estructural).

El uso de los diferentes tipos de tableros deberá limitarse a las clases de servicio contempladas para cada tipo en la tabla 2.1, del CTE DB SE-M. En el anejo E.3 del mismo DB, figuran los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociados a cada tipo de tablero estructural de los que allí se especifican. En los apartados E.3.1 a E.3.3 se establecen los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociados a los tipos de tableros y al ambiente en el que se utilizan.

En las tablas E.5 a E.8 del CTE DB SE-M, se indican los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociadas a cada tipo de tablero de partículas y ambiente en el que se utilizan.

#### - Adhesivos:

La documentación técnica del adhesivo recogerá las prescripciones de uso e incompatibilidades. El encolado de piezas de madera de especies diferentes o de materiales derivados de la madera variados (sobre todo si los coeficientes de contracción son diferentes) requiere un conocimiento específico sobre su viabilidad.

Los adhesivos utilizados en madera para uso estructural y su adecuación a la clase de servicio se recogen en la tabla 4.1 del CTE DB SE-M. Los adhesivos utilizados en la fabricación de elementos estructurales de madera se deberán ajustar a las normas UNE-EN 301:2014 y UNE-EN 12436: 2002 y UNE-EN 12436:2002 ERRATUM:2005.

En el material se indicará de forma visible que el adhesivo es apto para uso estructural, así como para qué clases de servicio es apto.

Los adhesivos que cumplan las especificaciones para el Tipo I, definidas en UNE-EN 301:2014, pueden utilizarse en todas las clases de servicio, y los que cumplan las especificaciones para el Tipo II únicamente en la clase de servicio 1 o 2 y nunca expuestos de forma prolongada a temperaturas superiores a los 50 °C.

#### - Uniones:

Las uniones de piezas estructurales de madera se harán mediante:

- Elementos mecánicos:
- Fijación de tipo clavija (clavos, pernos, pasadores, tirafondos y grapas);
- Fijación de tipo conectores;
- Uniones tradicionales.

Para las uniones tipo clavijas, se estará a lo dispuesto en el CTE, DB SE-M, apartado 8.3; uniones con clavos, apartado 8.3.2., estableciéndose en la tabla 8.2 la separación y distancias mínimas; uniones con grapas, apartado 8.3.3, del DB SE-M., estableciéndose en la tabla 8.3, las separaciones y distancias mínimas en grapas; uniones con pernos, apartado 8.3.4 del DB SE-M., estableciéndose en la tabla 8.5, las separaciones y distancias mínimas; uniones con pasadores, apartado 8.3.5.; uniones con tirafondos, apartado 8.3.6., estableciéndose en la tabla 8.6, las separaciones y distancias mínimas al borde para tirafondos.

Para uniones con conectores se estará a lo dispuesto en el CTE DB SE-M, apartado 8.4, estableciéndose en la tabla 8.8 las separaciones y distancias mínimas para conectores de anillo y de placa.

Las uniones tradicionales, también denominadas carpinteras o uniones por contacto, transmiten las fuerzas mediante tensiones de compresión localizada y de cortante entre las mismas piezas de madera mediante el corte y mecanización adecuados. El material aportado (generalmente herrajes en forma de pletinas y otros elementos de fijación) es muy reducido y su función es la de mantener en posición las uniones. En algunos casos pueden servir para refuerzo de la unión o para resistir una inversión de la sollicitación.

#### - Elementos mecánicos de fijación

Los elementos mecánicos de fijación contemplados en este DB para la realización de las uniones son:

- De tipo clavija: clavos de fuste liso o con resaltes, grapas, tirafondos (tornillos rosca madera), pernos o pasadores.
- Conectores: de anillo, de placa o dentados.

En el proyecto se especificará, para su utilización en estructuras de madera, y para cada tipo de elemento mecánico:

- Resistencia característica a tracción del acero fu,k.
- Información geométrica que permita la correcta ejecución de los detalles.

Las uniones exteriores expuestas al agua estarán sujetas a las consideraciones de durabilidad. Todos los elementos metálicos que se empleen tendrán la misma resistencia al fuego que la propia estructura construida en madera o material derivado de este material.

#### 2.5.1.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales

Estos elementos de madera para estructuras deberán almacenarse en condiciones favorables de contenido de humedad, no superiores a las de utilización final de los mismos incorporados a las obras. Conviene no almacenarlos a la intemperie para no modificar su contenido de humedad considerablemente, teniendo en cuenta que en los días de mayor temperatura y aire más seco se puede producir fendas y alabeos debido a un secado brusco de la madera. El efecto de la luz solar en la superficie, puede alterar de manera desigual su color. No deberá estar asentada en contacto con el terreno o directamente sobre la superficie sobre la que se apoya, debiendo estar separada ésta, para permitir su aireación.

Se impedirá, durante el almacenaje de los elementos de madera o materiales derivados de este material,

que se encuentren sometidos a tensiones superiores a las previstas para las condiciones de servicio. Si se tratara de elementos de grandes dimensiones, especialmente si se trata de piezas de madera laminada, se impedirá que en su manipulación se produzcan distorsiones que dañen los de manera permanente.

Si se trata de madera laminada, ésta se mantendrá protegida de la acción de la humedad, atendiendo a las características de los adhesivos que unen las láminas.

### 2.5.1.3. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

Control de recepción:

Tiene por objeto verificar que las características técnicas de los materiales suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Se indicarán las condiciones particulares de control para la recepción de los materiales, incluyendo los ensayos precisos para verificar que los mismos reúnen las características.

Deberá verificarse que los materiales recibidos:

- corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto
- disponen de la documentación exigida:
- están caracterizados por las propiedades exigidas;
- estos han sido ensayados, con la frecuencia establecida, si así se establece en el pliego de condiciones o lo determine la Dirección Facultativa.

Existe Marcado CE Para la madera y los materiales derivados de madera para uso estructural, que se irán actualizando según las resoluciones oficiales que se publiquen. A la llegada de los materiales a la obra, el director de la ejecución de la obra verificará:

Con carácter general: aspecto y estado general del suministro y que el material es identificable, y se ajusta a las especificaciones del proyecto.

Con carácter específico: se harán, también, las comprobaciones que en cada caso se consideren oportunas de las que a continuación se establecen salvo, en principio, las que se encuentren avaladas por los procedimientos reconocidos en el CTE;

#### - Madera aserrada:

- Especie botánica: La identificación anatómica se realizará en laboratorio especializado;
- Clase Resistente: La propiedad o propiedades de resistencia, rigidez y densidad, se especificarán según notación y ensayos del CTE DB SE-M, apartado 4.1.2;
- Tolerancias en las dimensiones: Se deberá ajustar a la norma UNE-EN 336:2014 para maderas de coníferas. Esta norma, mientras no exista norma propia, se aplicará también para maderas de frondosas con los coeficientes de hinchazón y merma de la especie de frondosa utilizada;
- Contenido de humedad: Salvo especificación en contra, deberá ser 20%. Tableros:
- Propiedades de resistencia, rigidez y densidad: Se determinarán según notación y ensayos del CTE DB SE-M, apartado 4.4.2;
- Tolerancias en las dimensiones: Según UNE-EN 312-1:2010 para tableros de partículas, UNE-EN 300:2007 para tableros de virutas orientadas (OSB), UNE-EN 622-1:2004 y UNE-EN 622-1:2004 ERRATUM para tableros de fibras y EN 315:2001 para tablero contrachapado;

#### - Elementos estructurales de madera laminada encolada:

- Clase Resistente: La propiedad o propiedades de resistencia, de rigidez y la densidad, se especificarán según notación del CTE DB SE-M, apartado 4.2.2; Tolerancias en las dimensiones: Según UNE-EN 14080:2013.
- Dimensiones de la muestra a ensayar: se tomará una rebanada de la sección transversal de la pieza con una anchura de 50 mm, tomada del extremo de la pieza Determinación de la resistencia característica de las uniones dentadas de empalme de láminas. Norma de ensayo UNE-EN 408:2011+A1:2012 Estructuras de madera. Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físico-mecánicas.

#### - Otros elementos estructurales realizados en taller.

- Comprobaciones según lo especificado en la documentación del proyecto: Tipo, propiedades, tolerancias dimensionales, planeidad, contraflechas (en su caso). Madera y materiales derivados de la madera, tratados con materiales protectores: se verificará la certificación del tratamiento.

#### - Elementos mecánicos de fijación:

Se verificará la certificación del tipo de material utilizado y del tratamiento de protección. Criterio general de no-aceptación del material.

Será condición suficiente para la no-aceptación del material y en su caso de la partida el incumplimiento de alguna de

las especificaciones de un material, salvo demostración de que no suponga riesgo apreciable, tanto de las resistencias mecánicas como de la durabilidad,

Control de la documentación de los suministros

Se deberá verificar que todos los materiales vienen acompañados por los documentos de identificación exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Estos documentos serán al menos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.

Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los materiales de construcción, declaración de prestaciones, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los materiales suministrados.

El suministrador facilitará en el albarán de suministro o, en su caso, en documentos aparte, al menos, la siguiente información para la identificación de los materiales y de los elementos estructurales:

Con carácter general: nombre y dirección de la empresa suministradora; nombre y dirección de la fábrica o del aserradero, según corresponda; fecha del suministro; cantidad suministrada; certificado de origen, y distintivo de calidad del material, en su caso.

Con carácter específico:

**Madera aserrada:** especie botánica y clase resistente, dimensiones nominales; contenido de humedad o indicación de acuerdo con la norma de clasificación correspondiente. Tablero: tipo de tablero estructural según norma UNE (con declaración de los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociadas al tipo de tablero estructural); dimensiones nominales.

**Elemento estructural de madera laminada encolada:** tipo de elemento estructural y clase resistente (de la madera laminada encolada utilizada); dimensiones nominales; marcado según UNE-EN 386, o la UNE-EN 14080:2013.

**Otros elementos estructurales realizados en taller:** tipo de elemento estructural y declaración de la capacidad portante del elemento con indicación de las condiciones de apoyo (o los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad de los materiales que lo conforman); dimensiones nominales.

**Madera y materiales derivados de la madera tratados con materiales protectores:** certificado del tratamiento en el que deberá figurar: la identificación del aplicador; la especie de madera tratada; el protector empleado y su número de registro (Ministerio de Sanidad y Consumo); el método de aplicación empleado; la categoría de riesgo que cubre; la fecha del tratamiento; precauciones a tomar ante mecanizaciones posteriores al tratamiento; informaciones complementarias, en su caso.

**Elementos mecánicos de fijación:** tipo (clavo sin o con resaltes, tirafondo, pasador, perno o grapa) y resistencia característica a tracción del acero y tipo de protección contra la corrosión; dimensiones nominales;

Declaración, cuando proceda, de los valores característicos de resistencia al aplastamiento y momento plástico para uniones madera-madera, madera-tablero y madera-acero.

Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica (garantías de calidad)

Se deberá verificar que los materiales de construcción incorporados a la unidad de obra, llevan el marcado CE, de conformidad con el Reglamento (UE) nº 305/2011 de materiales de construcción. El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

Los distintivos de calidad que ostenten los materiales, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo.

Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de materiales, equipos y sistemas innovadores.

La realización del control de recepción se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o los indicados por la Dirección Facultativa sobre el muestreo del material. Y de ser preciso realizar ensayos y pruebas sobre algunos materiales, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la Dirección Facultativa.

La asignación de clase resistente a la madera laminada encolada se obtiene, en este caso, mediante ensayos de acuerdo con las normas UNE-EN 408:2011+A1:2012 y UNE-EN 1194, o la UNE-EN 14080:2013.

Los valores obtenidos de las propiedades, mediante ensayos, deberán ser superiores, o iguales, a los correspondientes a la clase resistente a asignar.

#### - Criterios de aceptación y rechazo

En caso de que no haya que realizar ensayos el criterio de aceptación será:

Comprobar que la documentación de suministro facilitada es suficiente y adecuada a la normativa de aplicación y a lo especificado en proyecto. Que el material está en posesión de un distintivo de calidad que exime de ensayos.

Que los resultados de los ensayos se encuentren de acuerdo con los valores admisibles de la normativa, del proyecto o de la Dirección Facultativa.

Se verificará que la documentación anterior es suficiente para la aceptación de los materiales, equipos y sistemas, de no ser así la Dirección Facultativa estimará si ha de rechazarse; o bien ordenará la realización de los oportunos



ensayos o a la presentación de informes o actas de ensayos realizados por un laboratorio ajeno al fabricante.

#### 2.5.1.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

##### Ejecución

La madera deberá secarse, en la medida que sea posible, hasta alcanzar contenidos de humedad adecuados a la obra acabada (humedad de equilibrio higroscópico), antes de su utilización en la construcción.

En caso de que los efectos de las contracciones o mermas no se consideran importantes, o si han sido reemplazadas las partes dañadas de la estructura, pueden aceptarse contenidos más elevados de humedad durante el montaje siempre que se asegure que la madera podrá secarse al contenido de humedad deseado.

Se impedirá el contacto de la madera directamente con el terreno. En el caso de que el primer forjado sobre el terreno fuera de madera, éste se construirá elevado del mismo, con cámara ventilada la cámara, con orificios protegidos con rejilla y situados a tal altura que evite la posible entrada de agua a la misma. La sección mínima de los mismos es de 1.500 cm<sup>3</sup>.

Los anclajes de los durmientes a la cimentación serán de barras o pletinas de acero con sección mínima de 5 mm<sup>2</sup> con una separación máxima de 180 cm entre sí y de 60 cm a las esquinas de la construcción. La longitud del anclaje embebido en obra gruesa será de 10 cm como mínimo.

Las piezas de solera se anclarán al durmiente con la misma cuantía anterior, y separación no superior a 100 cm. La solución del anclaje será capaz de resistir acciones de succión mediante pletinas de pequeño espesor que se clavan o atornillan a los montantes y se anclan en el hormigón de la cimentación.

La longitud de entrega de las viguetas sobre las vigas será de al menos 10 cm.

Para maderas de conífera, en la construcción de juntas entre elementos, se considerarán las siguientes variaciones dimensionales de origen higrotérmico: Tableros contrachapados y de OSB, y en su plano, serán como máximo de valor 0,02% por cada 1% de variación de contenido de humedad del mismo.

Madera aserrada, laminada o microlaminada se podrá tomar, por cada 1% de variación de contenido de humedad, un valor de 0,01% en dirección longitudinal y 0,2% en la transversal (esta última corresponde en realidad a la tangencial, y la radial se podrá tomar como 0,1%).

Buenas prácticas que mejoran notablemente la durabilidad de la estructura:

impedir el contacto directo de la madera con el terreno, distancia mínima de 20 cm y disponiendo un material hidrófugo (barrera antihumedad);

impedir que los arranques de soportes y arcos queden embebidos en el hormigón u otro material de fábrica. Para ello se protegerán de la humedad colocándolos a una distancia suficiente del suelo o sobre capas impermeables;

ventilar los encuentros de vigas en muros, manteniendo una separación mínima de 15 mm entre la superficie de la madera y el material del muro. El apoyo en su base deberá realizarse a través de un material intermedio, separador, que no transmita la posible humedad del muro (véase CTE DB SE-M, figura 11.2.a);

impedir uniones en las que se pueda acumular el agua;

proteger la cara superior de los elementos de madera que se encuentren expuestos directamente a la intemperie y en los que pueda acumularse el agua. Cuando se utilice una albardilla (normalmente de chapa metálica), esta albardilla deberá permitir, además, la aireación de la madera que cubre (véase CTE DB SE-M figura 11.2.b);

impedir que las testas de los elementos estructurales de madera queden expuestas al agua de lluvia ocultándolas, cuando sea preciso, con una pieza de remate protector (véase CTE DB SE-M, figura 11.2.c);

facilitar, generalmente, al conjunto de la cubierta la rápida evacuación de las aguas de lluvia y disponer sistemas de desagüe de las condensaciones en los lugares pertinentes. Los elementos de unión no restringirán los posibles cambios de dimensiones, producidos por la hinchazón o merma de la madera.

Generalmente, en piezas de canto superior a 80 cm, no se deberá utilizar empalmes ni nudos rígidos realizados con placas de acero que coarten el movimiento de la madera (CTE DB SE-M, figura 11.3.a);

Generalmente las soluciones con placas de acero y pernos quedan limitadas a situaciones en las que se esperan pequeños cambios de las condiciones higrotérmicas del ambiente y el canto de los elementos estructurales no supera los 80 cm. Igualmente acontece en uniones de tipo corona en los nudos de unión de pilar/dintel en pórticos de madera laminada, figura 11.3, del CTE DB SE-M.

Cuando se realice atornillado de los elementos metálicos de unión se practicarán pretaladros, con un diámetro no mayor del 70% del diámetro del tornillo o elemento de sujeción, y en todo caso atendiendo a las especificaciones del DB SE-M para impedir la rotura de la pieza por hienda.

#### 2.5.1.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra

##### Soporte

Se harán tareas de replanteo teniendo en cuenta las tolerancias admisibles para las estructuras de madera, y las operaciones precisas para su presentación en obra y montaje final.

Es conveniente que los soportes se fijen a las bases de hormigón o de fábrica de ladrillo previstas en proyecto, mediante elementos metálicos no envolventes, que permitan la aireación del extremo del mismo. Estas bases deberán estar perfectamente niveladas para permitir el fácil asiento de la estructura.

Para elementos horizontales que se incorporan a la estructura vertical pétreo, se preverá realizar un replanteo exacto de los mismos, más la holgura precisa para su montaje y posterior aireación de las cabezas. Es conveniente nivelar

perfectamente la zona de apoyo de los elementos horizontales mediante la preparación de una capa de mortero, sobre la que se podrá colocar previamente, una plancha metálica para garantizar un completo apoyo de los mismos.

Las uniones se replantearán con especial cuidado para que una vez unidas o ensambladas las distintas piezas, éstas encajen perfectamente.

#### 2.5.1.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra

Las tolerancias dimensionales admisibles respecto a las dimensiones nominales de la madera aserrada, se recogen en la norma UNE-EN 336:2014 de la clase 1, para coníferas y chopo. Mientras no exista norma propia, se podrá aplicar para maderas de otras especies de frondosas con los coeficientes de hinchazón y merma correspondientes. Para las dimensiones nominales de la madera laminada encolada, lo harán a los límites de tolerancia definidos en la norma UNE-EN 390, o la UNE-EN 14080:2013.

En columnas y vigas la combadura, medida en el punto medio del vano, en aquellos casos en los que puedan presentarse problemas de inestabilidad lateral, o en barras de pórticos, deberá limitarse a 1/500 de la longitud del vano en piezas de madera laminada y microlaminada o a 1/300 en piezas de madera maciza.

Montaje de madera laminada:

El montador de la estructura de madera deberá verificar el replanteo de la obra en los puntos de apoyo de las piezas. El constructor observará las siguientes tolerancias no acumulables admitidas, generalmente:

- Sobre la luz: 2 cm
- Transversalmente: 1 cm
- De nivelación: 2 cm
- En las esquinas de la construcción: 1 cm

Estas tolerancias se reducirán a la mitad cuando se coloquen las placas de anclaje en el momento del vertido del hormigón. Celosías con uniones de placas dentadas:

Una vez montadas, se admite una combadura máxima de 10 mm en cualquier pieza de la cercha siempre que se afiance de manera segura en la cubierta terminada de forma que se evite el momento provocado por dicha distorsión. La desviación máxima respecto a la vertical de una cercha no excederá de  $10 + 5(H - 1)$  mm, con un valor máximo de 25 mm; donde H es la altura (diferencia de cota entre apoyos y punto más alto), expresada en metros.

#### 2.5.1.7. Condiciones de terminación de unidades de obra

Durabilidad:

Se garantizará la durabilidad del material y de las fijaciones metálicas usadas en las uniones. Tomando las medidas necesarias para garantizar la durabilidad de la estructura al menos durante el tiempo que se considere periodo de servicio y en condiciones de uso adecuado. No solo del diseño de la propia estructura, así como la posibilidad de añadir un tratamiento.

Tratamiento contra la humedad:

Se tratará contra la humedad, según la clase de riesgo. Las especificaciones del tratamiento referirán a:

tipo de material a utilizar

sistema de aplicación: pincelado, pulverizado, autoclave, inmersión

retención y penetración del material

Protección de la madera: Se hará una protección preventiva de la madera ante los agentes bióticos y abióticos. Se preverá la posibilidad de que la madera no sufra ataques debidos a este origen en un nivel aceptable. Los tratamientos aplicar deberán estar indicados por los fabricantes, se indicarán las instrucciones de uso y mantenimiento en el envase y en la documentación técnica.

Protección preventiva frente a los agentes bióticos.

Se establecen cuatro niveles de riesgo de los elementos estructurales (CTE SE M, art. 3.2.1.2), según el grado de exposición al aumento del contenido de humedad de la madera durante el tiempo en el que estará en servicio.

Tipos de protección frente a agentes bióticos y métodos de impregnación

Se establecen seis niveles de protección (NP) (UNE-EN 351-1:2008 y UNE-EN 351-1:2008 ERRATUM:2008)

- NP1, clases de riesgo 1 y 2, es conveniente protección superficial con material insecticida para clase de riesgo 1, y con material insecticida y fungicida para clase de riesgo 2: es aquella en la que la penetración es como mínimo de 1 mm en cualquier parte de la superficie tratada.
- NP2, clase de riesgo 3.1, es aquella en la que la penetración media alcanzada por el protector es de al menos 3 mm en la albura de todas las caras de la pieza tratada.
- NP3, clase de riesgo 3.2, es aquella en la que la penetración media alcanzada por el protector es de al menos 6 mm en la albura de todas las caras de la pieza tratada.
- NP4, clase de riesgo 4, es aquella en la que la penetración media alcanzada por el protector es de al menos 25 mm en todas las caras de la pieza tratada, siendo éstas de sección circular. De utilizarse maderas no durables, éstas han de ser impregnables.
- NP5, clase de riesgo 4, es aquella en la que la penetración es total en la albura y todas las caras tratadas.
- NP6, clase de riesgo 5, es aquella en la que la penetración es total en la albura y de al menos 6 mm en la madera de duramen expuesta. De utilizarse maderas no durables, éstas han de ser impregnables

En le CTE DB SE-M, tabla 3.1, se indica el tipo de protección exigido en función de la clase de riesgo.

Se deberá tener en cuenta que no todas las especies son igualmente impregnables. Entre las difícilmente impregnables, en las que hay que utilizar procedimientos especiales, se encuentran algunas especies coníferas: abetos, piceas, cedro rojo. El fabricante garantizará que se alcanza la protección para la clase de uso.

Cada especie en las zonas de duramen y albura, pueden tener asociada lo que se llama durabilidad natural. La albura o el duramen de una especie no tienen por qué requerir protección para una determinada clase de riesgo a pesar de que así lo indicase la tabla 3.1 del CTE DB SE-M. La durabilidad natural de cada especie se define en la norma UNE-EN 350-1:1995 y UNE-EN 350-2:1995.

Cada especie y zona tiene también asociada una impregnabilidad, es decir, una cierta capacidad de ser impregnada con mayor o menor profundidad. Cuando se especifique la especie y zona, deberá verificarse que el tratamiento prescrito al elemento es compatible con su impregnabilidad.

En caso de que el tratamiento alterara el contenido de humedad la madera, en obra se deberá constatar que el material se entrega conforme a los requisitos del proyecto. El fabricante garantizará que la especie a tratar es compatible con el tratamiento en profundidad y con las colas, en el caso de usarse.

En el caso de obras de rehabilitación estructural, donde se hayan detectado ataques previos por agentes xilófagos, los niveles de protección correspondientes a las clases de uso normales, se incrementarán en una categoría.

A los nuevos elementos que se integren en la obra, se aplicará como mínimo:

Tratamiento superficial (NP 2) insecticida y fungicida, cuando no posean una durabilidad natural, según patologías observadas.

Tratamiento en profundidad (NP5), donde se hayan detectado ataques previos por termitas, garantizándose en cabezas de vigas, en una longitud axial de 50 cm; si una vez tratada la madera se produjera un retestado de la pieza, deberá aplicarse in situ un tratamiento superficial en las testas (NP 2), con un material protector al menos con carácter insecticida. Si el ataque fuera activo, se valorará la conveniencia de tratamientos de barrera adicionales destinados a proteger el conjunto del edificio, o de tratamientos mediante sistemas de cebos para erradicar la colonia.

A los elementos estructurales existentes, se aplicarán tratamientos curativos:

Tratamiento en profundidad, por inyección (mínimo NP 5) para ataques activos de hongos de pudrición y termitas, para poder impregnar la zona de duramen. Protección de piezas de madera laminada encolada:

Clase de uso 2, se realizará sobre la pieza terminada y después de las operaciones de acabado (cepillado, mecanizado de aristas y taladros etc.).

Protección y clase de uso 3.1, el tratamiento protector podrá realizarse sobre la pieza terminada o sobre las láminas previamente a su encolado.

Clases de uso 3.2 o 4, se realizará sobre las láminas previamente a su encolado. El fabricante deberá verificar que el material protector es compatible con el encolado, especialmente en el caso de protectores orgánicos.

Protección preventiva frente a agentes meteorológicos.

Se tendrá especial cuidado en el diseño de los detalles constructivos, para mantener alejada la humedad de los elementos de madera, se evitará que el agua quede retenida en los elementos de madera. En clase de riesgo igual o superior a 3, los elementos estructurales deberán estar protegidos frente a los agentes meteorológicos, se deberá utilizar en el exterior productos de poro abierto, como los lasures, que no forman película, permitiéndose así el flujo de humedad entre el ambiente y la madera. En el caso de utilizar productos que formen una película como las pinturas y los barnices, se deberá establecer y seguir un programa de mantenimiento posterior.

Protección contra la corrosión de los elementos metálicos.

Se cumplirá lo recogido en el DB SE-M tabla 3.2., para los valores mínimos del espesor del revestimiento de protección frente a la corrosión o el tipo de acero preciso según las diferentes clases de servicio.

Protección preventiva frente a la acción del fuego. Se cumplirá lo que se recoja en el CTE, DB SI.

En las uniones se tendrá en consideración que las uniones expuestas al agua se diseñarán de tal forma que se evite la retención de agua. En las clases de servicio distintas a las 1 y 2, las uniones quedarán ventiladas y no se permitirán retenciones de agua, de tal forma que puedan evacuarla rápidamente.

#### **2.5.1.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se cuidará especialmente que los elementos estructurales construidos en madera natural, o bien con materiales derivados de este material no se mojen debido a las filtraciones de agua de lluvia durante los trabajos impermeabilización de la cubierta, o por no estar cerrados los vanos, o por las aportaciones de agua en otros oficios.

Se deberá tener especial cuidado también con las manchas superficiales que se puedan producir en la superficie de la madera, ya que, debido a su estructura porosa, la mancha penetra y es complicada su limpieza posterior.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.5.1.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Será preceptiva la aceptación previa de todos los materiales constituyentes o componentes de dicha unidad de inspección, cual quiera que haya sido el modo de control utilizado para la recepción del mismo.

El control de la ejecución de las obras se realizará en las diferentes fases, de acuerdo con las especificaciones del

proyecto, sus anexos y modificaciones autorizados por la Dirección Facultativa y las instrucciones del director de la ejecución de la obra.

Se verificará el replanteo de ejes, la verticalidad de los soportes, se verificarán las dimensiones y disposición de los elementos resistentes, las ensambladuras y uniones, tanto visualmente como de su geometría. Para uniones atornilladas, se comprobará el apriete de los tornillos. Y especialmente las condiciones de arriostramiento de la estructura. Si existe disconformidad con la unidad de inspección la Dirección Facultativa dará la orden de reparación o demolición y nueva ejecución. Una vez se subsane deficiencia, se deberá proceder de nuevo a la inspección hasta que este satisfactoriamente ejecutado; pudiéndose en su caso ordenar una prueba de servicio de esa unidad de inspección antes de su aceptación.

Aceptadas las diferentes unidades de inspección, solo se dará por aceptado el elemento en el caso de no estar programada la prueba de servicio. Ensayos y pruebas

Los ensayos que se realicen, en caso de duda, serán de comprobación de las características mecánicas y de tratamientos de los elementos estructurales de acuerdo con la normativa de ensayos recogidas por las normas vigentes.

De realizarse pruebas de carga, conforme a la programación de control o bien por orden de la Dirección Facultativa, se verificará si sus resultados están de acuerdo con los valores de la normativa, del proyecto o de las indicaciones de la Dirección Facultativa. En caso afirmativo procederá a la aceptación final.

En el caso de que la prueba de carga de unos resultados no conformes, la Dirección Facultativa dará las órdenes oportunas de reparación o, en su caso, de demolición. Una vez subsanada la deficiencia, se deberá proceder de nuevo como en el caso general, hasta que se produzca la aceptación final del elemento controlado.

#### **2.5.1.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: m<sup>2</sup> de forjado con vigueta de madera, especificando escuadría de la vigueta y tipo de madera, de bovedilla y de hormigón.

Unidad de cercha de madera especificando tipo de madera, luz y carga.

- m<sup>2</sup> de estructura de madera laminada en arcos especificando luz y tipo de arcos. m<sup>2</sup> de estructura de madera laminada pórticos especificando luz y tipo de pórticos. m<sup>2</sup> de entablado de cubierta especificando tipo de madera y sección.
- m<sup>2</sup> de estructura de madera laminada para cubierta, especificando tipo de madera, luz y pendiente. ml de elementos de postes, vigas, correas, y cabios, especificando escuadría y tipo de madera.
- m<sup>2</sup> de tratamiento de la madera contra insectos xilófagos al exterior, mediante rociado a presión. m<sup>2</sup> de tratamiento de la madera contra insectos xilófagos al exterior, mediante gasificado o humo. m<sup>2</sup> de tratamiento interior de muros contra insectos xilófagos, mediante inyector de f12 mm.
- m<sup>2</sup> de tratamiento interior de muros contra insectos xilófagos, hasta 1 m, mediante inyector de f18 mm. ud de tapón para tratamiento de madera.
- m<sup>2</sup> de tratamiento de protección de la madera contra el fuego, especificando tipo de material y procedimiento de aplicación.

Se considerarán incluidas en las mediciones las operaciones de nivelación, medios auxiliares empleados en el montaje, desperdicios por uniones, ensambladuras y diferentes pérdidas por acoples de los elementos para el montaje de la estructura, incluidos los herrajes precisos para realizar las ensambladuras y uniones, es decir, todos los conceptos que intervienen para ultimar perfectamente la unidad de obra.

#### **2.5.1.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Es conveniente tener en cuenta las incompatibilidades químicas de ciertos materiales de construcción que se encuentren en contacto entre sí. Se evitará el contacto de la cal y el cemento debido a que producen alteraciones sobre la madera.

#### **2.5.1.12. Verificaciones y pruebas de servicio**

Se verificará el aspecto final de la estructura y especialmente de las uniones y ensambladuras. Se comprobará la eficacia de la impermeabilidad de la cubierta, así como de los cerramientos verticales, ya que es de especial importancia debido a las alteraciones que un aumento en el contenido de humedad de la madera puede ocasionar.

En la entrada en carga se verificará visualmente su eficaz comportamiento, no produciéndose deformaciones o grietas en los elementos estructurales. En caso de detectar algún problema, por estar indicado en proyecto, con carácter voluntario, o bien en caso que la Dirección Facultativa lo requiera, se podrán realizar pruebas de carga, u otras comprobaciones sobre el material terminado si el resultado no fuera satisfactorio. Éstas se harán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de la prueba, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, que deberá recoger los siguientes aspectos (Instrucción EHE-08, artículo 101.2):

Viabilidad y finalidad de la prueba

Magnitudes que deberán medirse y localización de los puntos de medida Procedimientos de medida.

Escalones de carga y descarga. Medidas de seguridad.

Condiciones para las que el ensayo resulta satisfactorio.

Estos ensayos tienen su aplicación fundamental en elementos sometidos a flexión.

Se verificará, además, la efectividad de las uniones metálicas, así como la protección a fuego.

## 2.6. CHAPADOS EN REVESTIMIENTOS Y TRASDOSADOS

### 2.6.1. CHAPADOS EN REVESTIMIENTOS Y TRASDOSADOS

#### 2.6.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB HE 1, apartado 6, si forma parte de la envolvente térmica, se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos: conductividad térmica factor de resistencia a la difusión del vapor de agua densidad  $\rho$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $kg/m^2$ .

-Placas o plaquetas de piedra natural o artificial:

Espesor adecuado en función del tipo de piedra y del emplazamiento, y como mínimo de 30 mm, aunque en piezas muy compactas podrá ser de 25 mm. Distintos acabados en su cara vista, pulido mate, brillante, etc.

Granito: no estará meteorizado, ni presentará fisuras. Caliza será compacta y homogénea de fractura.

Mármol: será homogéneo y no presentará masas terrosas.

-Bases para aplacado:

Base de mortero o capa de regularización con mortero, para conseguir una planimetría suficiente para la colocación en capa fina. Cuando existan capas intermedias compresibles el mortero deberá ir armado y fijado al soporte base. En la regularización para aplacados interiores: CSII o CSIII. En la regularización para aplacados de fachada: CSIII o CSIV.

-Morteros para albañilería:

Según RC-16, para los morteros de albañilería se utilizarán, preferentemente, los cementos de albañilería, pudiéndose utilizar también cementos comunes con un contenido de adición apropiado, seleccionando los más adecuados en función de sus características mecánicas, de blancura, en su caso, y del contenido de aditivo aireante para los cementos de albañilería.

Los morteros podrán ser de diversos tipos.

En el caso de morteros de cal se recomiendan las siguientes composiciones de cemento blanco, cal, arena, dependiendo del emplazamiento: Interiores: 1:3:12.

Exteriores en zonas costeras de hielo (>1000 m): 1:1:6. Exteriores en el resto de zonas: 1:2:8.

-Material de agarre: adhesivos cementosos (morteros cola) de varios tipos: normal (C1), mejorado (C2), en dispersión (D1) o (D2), y de resinas reactivas (R1) o (R2).

-Anclajes:

Si se utilizan anclajes, las placas tendrán los taladros precisos. El diámetro de los taladros será 3 mm mayor que el del bulón. Es conveniente que el fondo del agujero del bulón y los extremos de éste tengan la forma de casquete esférico. Asimismo, la longitud del orificio practicado en la piedra deberá ser mayor que la longitud del pivote o pletina para impedir el descanso de la piedra en su extremo superior.

Anclajes de sujeción al soporte: no serán aceptables los anclajes de otros materiales con menor resistencia y comportamiento a la agresividad ambiental que los de Acero Inoxidable AISI 304 o 316, según normas UNE.

Anclajes de sujeción ocultos: los pivotes podrán tener un diámetro mínimo de 5 mm y una longitud de 30 mm, y las pletinas un espesor mínimo de 3 mm, ancho de 30 mm y profundidad de 25 mm.

Anclajes de sujeción vistos: podrán ser de acero inoxidable o de aluminio lacado o anodizado.

-Separadores de placas: podrán ser de cloruro de polivinilo de espesor mínimo 1,50 mm.

-Material de sellado de juntas: podrá ser lechada de cemento, etc.

-Material de rejuntado, se podrá utilizar:

Material de rejuntado cementoso. Existen dos clases: normal (CG1) y mejorado (CG2). Este último reduce su absorción de agua y tiene mayor resistencia a la abrasión. Material de rejuntado de resinas reactivas (RG), de elevada adherencia, resistencia a los materiales químicos, resistencia bacteriológica, muy buena resistencia a la humedad y excelente resistencia a la abrasión.

Se podrán llenar parcialmente las juntas con tiras de un material compresible, (goma, plásticos celulares, láminas de corcho o fibras para calafateo) antes de llenarlas a tope.

#### 2.6.1.2. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### 2.6.1.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Según indica el DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. De obtenerse mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

#### Ejecución

La colocación deberá efectuarse en unas condiciones climáticas normales (de 5° C a 30° C), procurando impedir el soleado directo y las corrientes de aire. La puesta en obra de los revestimientos pétreos se deberá llevar a cabo por profesionales especialistas.

Se replantearán, según lo especificado en proyecto, las hiladas del aplacado, así como de los puntos de anclaje. Se efectuará el despiece del paramento a aplacar definiéndolo y numerándolo.

El sistema de sujeción directa mediante morteros no será recomendable en exteriores, salvo en zócalos. A cada placa se le habrán practicado las ranuras y orificios precisos para su anclaje a la fábrica.

Se realizará la sujeción previa de los anclajes al soporte para asegurar su resistencia al colgar la piedra en ellos. Se colocarán cuatro anclajes por placa como mínimo, separados de su borde 1/5 de su longitud o de la altura de la placa. La posición de los anclajes en la junta horizontal será simétrica respecto al eje de la placa. Los anclajes podrán ser de carga o de sujeción, que a su vez irán colocados en juntas verticales (horizontales en las placas del borde de fachada).

Se fijará un tablón para apoyar la hilada inferior de placas de forma que queden niveladas a la altura correspondiente. Se acuñarán las placas de la primera hilada sobre el tablón, nivelando su borde superior a la altura correspondiente. El orden de ejecución será placa a placa de forma continua, y de abajo a arriba de la fachada.

Las placas se colocarán en obra suspendiéndolas exclusivamente de los ganchos o dispositivos preparados para su elevación.

La sujeción de las placas se confiará exclusivamente a los dispositivos de anclaje previstos y probados antes del suministro de las placas. Se verificará que los anclajes de las placas encajan correctamente en los agujeros.

Los anclajes se recibirán en los orificios practicados en los cantos de las placas, y en el soporte, según el sistema de proyecto:

- Con resinas de uso rápido.
- Con taco de expansión de uso inmediato.
- Con mortero hidráulico humedeciendo previamente la superficie del hueco. En ningún caso se usará escayola ni yeso. Los anclajes se nivelarán dentro del tiempo de fraguado. Se esperará a que el mortero fragüe y se endurezca suficientemente. Se podrán utilizar aceleradores de fraguado. Las cuñas de las placas o se quitarán hasta que el mortero haya endurecido.

A continuación, se encajará la placa contigua.

Se harán juntas verticales de dilatación de 1 cm de anchura como mínimo, cada 6 m y a una distancia de 2 m de las esquinas del edificio, utilizando anclajes de media espiga, tendrán 1 cm de anchura como mínimo. Se respetarán las juntas estructurales del edificio.

Se respetarán las juntas de dilatación del edificio.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, cuando se trate de cámara ventilada, se colocarán separadores entre placas de hiladas sucesivas para dejar juntas abiertas de anchura mayor que 5 mm y ventilar así la cámara. El espesor de la cámara será conforme al proyecto y estará comprendido entre 3 cm y 10 cm. Se verificará que no se acumulen restos de mortero en la cámara que reduzcan su espesor. Para evacuar el agua que pueda entrar en la cámara, se fijará un babero a la hoja exterior en las zonas donde la cámara se interrumpa con dinteles, forjados, etc.

Para fachadas ventiladas con aislante, los orificios que deberán practicarse en el aislante para el montaje de los anclajes puntuales se rellenarán posteriormente con proyectores portátiles del mismo aislamiento o recortes del mismo adheridos con colas compatibles.

Conforme al CTE DB HS 1, para fachada constituida por un material poroso, se realizará un zócalo con un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de altura mínima 30 cm, y que cubra la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada.

Además, en los zócalos, por ser las zonas más sensibles a las agresiones del tráfico urbano, será recomendable la solución de piezas de mayor espesor recibidas con morteros. Las juntas tendrán un espesor mínimo de 6 mm, y se rellenarán con mortero plástico y elástico.

La técnica de colocación en capa gruesa, con material de agarre de mortero de cemento es desaconsejable por las posibles patologías que pudieran producirse, como eflorescencias, manchas por humedad, falta de adherencia, etc. Se deberá proceder pues a la colocación en capa fina.

Para la colocación en capa fina:

Se tendrá en consideración en la utilización de adhesivos el tiempo abierto máximo, para impedir desprendimientos posteriores de las baldosas.

En su caso, la base de mortero o regularización con mortero pobre tendrá un espesor aproximado de 2 cm, en su máximo espesor y será de categoría CSII o CSIII.

En soportes más flexibles como capas aislantes, sujetos a variaciones térmicas por calefacción, etc., hay que esperar movimientos, por lo que se deberá utilizar un adhesivo con característica adicional de deformabilidad. En este caso es recomendable utilizar piezas de tamaño inferior a 30 x 30 cm e incrementar el ancho de juntas de colocación. Estos

adhesivos pueden ser S1 o S2. Éste último si se requiere una capacidad mayor de deformación.

En el caso de emplear piedra aglomerada o piedra con resina y malla por la superficie posterior es conveniente la utilización de adhesivos de resinas reactivas (R1) o (R2). Para el caso en el que se necesite una puesta en servicio rápida del aplacado se seleccionará un adhesivo con la característica de fraguado rápido (F).

#### 2.6.1.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra

Soporte

El soporte cumplirá las siguientes condiciones:

- Estabilidad dimensional: tiempos de espera desde fabricación: cuando se trate de bases de mortero de cemento, 2-3 semanas.
- Rugosidad en caso de soportes muy lisos y poco absorbentes, se aumentará la rugosidad por picado u otros medios. Cuando se trate de soportes disgregables se aplicará una imprimación impermeabilizante.
- Sensibilidad al agua: los soportes sensibles al agua (madera, aglomerados de madera, etc.), pueden requerir una imprimación impermeabilizante.
- Impermeabilización: sobre soportes de madera o yeso será conveniente prever una imprimación impermeabilizante.
- Limpieza: ausencia de polvo, pegotes, aceite o grasas, etc.

La fábrica soporte del aplacado tendrá la suficiente resistencia para soportar el peso del mismo.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, en su caso, se verificará la disposición en la cara exterior de la hoja principal de un enfoscado de mortero.

#### 2.6.1.5. Tolerancias admisibles de unidades de obra

- Control de la alineación de juntas de colocación: la diferencia de alineación de juntas, medida con regla de 1 m no excederá de  $\pm 1$  mm.
- Control de la desviación de nivel entre piezas adyacentes: la desviación entre dos piezas adyacentes (ceja) no sobrepasará el límite de:  $\pm 1$  mm (junta < 6 mm) o  $\pm 2$  mm (junta > 6 mm).
- Control de la desviación de planeidad: la desviación máxima medida con regla de 2 m no sobrepasará el límite de  $\pm 2$  mm.

#### 2.6.1.6. Condiciones de terminación de unidades de obra

Se deberá sellar la unión del zócalo con la fachada en su parte superior o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

Se verificará que en el aplacado no se aprecian aspectos superficiales defectuosos tales como manchas, cambios de color, fisuras, picaduras, etc.

Se verificará la limpieza final en el aplacado acabado, apreciándose la ausencia de manchas (yeso, pintura, etc.) y, en su caso, medidas de protección previas la ejecución de otras actividades.

Cuando la carpintería esté aplomada al trasdós del aplacado, las juntas perimetrales entre carpintería y aplacado no se sellarán.

#### 2.6.1.7. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra

Todo elemento que sea preciso instalar sobre el aplacado, se recibirá a la fábrica que sustenta éste o a cualquier otro elemento resistente. Sobre el aplacado no se sujetarán elementos como soportes de rótulos, instalaciones, etc., que puedan dañarlo o provocar la entrada de agua.

Se harán inspecciones visuales de los paramentos aplacados, reparando las piezas movidas o estropeadas. Los anclajes que deban reponerse serán de acero inoxidable. Se verificará el estado de las piezas de piedra para detectar posibles anomalías, o desperfectos. La limpieza se llevará a cabo según el tipo de piedra, mediante lavado con agua, limpieza química o proyección de abrasivos.

Se impedirá el golpeo o choque de objetos punzantes o de peso, los golpes durante las fases posteriores de la obra, los arañazos por desplazamiento de objetos, etc. Se habrán previsto protecciones adecuadas para el revestimiento acabado, cartón, plásticos gruesos, etc. En el caso de que se prevea que se pueden producir golpeos, etc.

Se deberán tomar las medidas precisas para que las jardineras u otros elementos no viertan agua sobre el aplacado.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### 2.6.1.8. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra

Control de ejecución

Se prestará especial atención en el control de ejecución de.

- Soporte:

Se verificará que el soporte esté liso. En su caso, espesor de la capa de la base de mortero o capa de regularización.

- Replanteo:

Distancia entre anclajes. Juntas. Nivelación

- Ejecución:

Características de los anclajes y de las piezas. Material y espesor de los anclajes, espesor y posición de los taladros, etc. Sujeción de los anclajes al soporte, resistencia.

Disposición de elementos para la evacuación del agua, si es el caso, según CTE DB HS 1. Espesor de la cámara.

- Comprobaciones finales:

Planeidad en varias direcciones. Se inspeccionará el aplacado para verificar que no presentará imperfecciones o irregularidades como cejas, teniendo en cuenta las tolerancias indicadas anteriormente.

Se comprobarán las juntas. Aplomado del aplacado. Si hay rejuntado: Relleno y color.

#### **2.6.1.9. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- Piezas recibidas al soporte con dispositivos de anclaje:

m<sup>2</sup> de aplacado incluyendo rejuntado, anclajes y mochetas, descontando huecos, incluso eliminación de restos y limpieza. Totalmente terminado.

- Piezas recibidas al soporte mediante material de agarre y piezas metálicas, en su caso:

m<sup>2</sup> de revestimiento con placas o plaquetas de piedra natural, colocadas incluyendo material de rejuntado (cementoso, de resinas reactivas o lechada de mortero coloreado), incluido cortes, eliminación de restos y limpieza. Totalmente terminado.

#### **2.6.1.10. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Se impedirá el contacto del aplacado con otros elementos tales como otros paramentos, suelos, pilares, etc., colocando juntas perimetrales.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Las variedades de piedra porosas no se utilizarán en zonas donde se prevean heladas.

No se utilizarán areniscas con importante presencia de arcillas, cloruros o yeso, ya que pueden experimentar importantes transformaciones en el exterior que producen descomposiciones acompañadas de bajas importantes de resistencia.

Se impedirá el empleo de piedra con compuestos ferrosos (óxidos de hierro o compuestos piritosos), cuya acción puede afectar a la resistencia de la propia placa en ambientes agresivos.

No se utilizarán las variedades de piedra de elevado coeficiente de absorción (> 5%), en zonas próximas al mar, ya que presentan riesgo de verse sometidas a una aportación importante de cloruros.

Se aconseja separar las piezas de piedra porosas del aluminio mediante dos manos de pintura bituminosa, u otro elemento espaciador. Se deberá tener especial cuidado con algunos tipos de ladrillos que tienen cloruros en su composición, ya que estos pueden acelerar el proceso de corrosión.

Cuando el aplacado esté expuesto a situaciones de humedad repetitivas, se podrá determinar mediante ensayo la presencia de sales como cloruros y sulfatos. Se dan las siguientes incompatibilidades entre el sistema de fijación y el tipo de soporte:

No se utilizarán anclajes fijados mecánicamente al soporte cuando éste sea de ladrillos y bloque huecos, dada su heterogeneidad.

Para impedir las corrosiones de tipo galvánico entre los diferentes elementos que componen el cuerpo del anclaje, no se utilizarán sistemas de anclaje con diferentes metales (aluminio y acero inoxidable, acero inoxidable y acero al carbono), y si se optase por admitirlos, se interpondrán casquillos o arandelas separadoras, inertes o de nula conductividad eléctrica.

No se utilizarán anclajes fijados con cajeados retacados con mortero en el soporte cuando éste sea de hormigón armado, en masa, o estructura metálica.

Se colocarán casquillos separadores de material elástico y resistente a la intemperie (por ejemplo, nailon o EPDM), para evitar el contacto directo entre el anclaje y la piedra. Las carpinterías, barandillas y todo elemento de sujeción irán fijados a la fábrica, y nunca al aplacado.

#### **2.6.1.11. Verificaciones y pruebas de servicio**

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del



DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

Si se han dispuesto como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.

## 2.7. CERRAMIENTOS Y PARTICIONES

### 2.7.1. HORMIGÓN

#### 2.7.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB HE 1, apartado 6, se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos: conductividad térmica factor de resistencia a la difusión del vapor de agua densidad  $\rho$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica.

Deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>. Según DB HR, apartado 4.1.

Se verificará que la resistividad al flujo del aire para aplicaciones acústicas de los materiales de relleno de las cámaras se corresponde con la especificada en proyecto. Resistividad al flujo del aire  $r$ , en kPa·s/m<sup>2</sup>, obtenida según UNE-EN 29053:1994.

Panel de hormigón. Tipos:

- Macizo.
- Aligerado (bloques aligerantes).
- Compuesto. Tipo sándwich, con dos capas de hormigón y una intermedia de material aislante térmico/acústico.
- Realizado con bloques cerámicos o de hormigón.

Tendrán las aristas definidas, sin fisuras ni coqueras que puedan afectar a sus condiciones de funcionalidad.

Las juntas resultantes de la unión entre paneles y con los elementos de la fachada, serán, una vez selladas y acabadas, estancas al aire y al agua y no darán lugar a puentes térmicos. Para ello los cantos del panel presentarán la forma adecuada.

Presentará su propio sistema de sujeción a la estructura del edificio, que garantizará, una vez colocado el panel, su estabilidad, así como su resistencia a las solicitaciones previstas.

Deberá ser capaz de resistir las solicitaciones derivadas del desmoldeo y levantamiento para transporte, del propio transporte, y del izado y montaje en obra. Se indicarán las tolerancias de fabricación y resistencia térmica del panel, así como los coeficientes de dilatación térmica y de hinchamiento.

El sistema de sujeción deberá garantizar la fijación del panel a la estructura del edificio, su resistencia a las solicitaciones de viento y variaciones de temperatura. Se indicarán las tolerancias que permite, de aplomado entre el elemento de fijación más saliente y cualquier otro de distancia entre planos horizontales de fijación. Todos los elementos metálicos deberán quedar protegidos contra la corrosión.

Juntas:

En el caso de que el panel solo sea la hoja exterior del cerramiento, podrán adoptarse cantos planos que den lugar a juntas horizontales y verticales a tope. Si el panel es el cerramiento completo, los cantos entre paneles se tratarán preferentemente de la siguiente forma:

- Cantos horizontales, formas que den lugar a juntas con resalto y rebajo complementarios.
- Cantos verticales, formas que den lugar a juntas con cámara de descompresión.
- Materiales de sellado:

Podrán ser de materiales pastosos (morteros elásticos, morteros de resinas, etc.) o bien perfiles preformados y gomas.

#### 2.7.1.2. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### 2.7.1.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Conforme al CTE DB HE 1, apartado 7, en el pliego de condiciones del proyecto se deberán de deberán indicar las condiciones particulares de ejecución de los cerramientos de la envolvente térmica.

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características

acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

#### Ejecución

La primera fase es la de elevar y situar el panel en fachada. Una vez presentados todos los paneles de una planta o los que en ella vayan a quedar comprendidos entre elementos fijos de la fachada, se procederá a la sujeción del panel, su alineación, nivelación y aplomado.

Se comprobará que el ancho de la junta, medido en todo su perímetro, corresponde con el indicado en proyecto, y que esta es continua. Finalmente se sujetará el panel a los elementos de fijación que previamente habrán quedado colocados, o anclados en la estructura del edificio.

En el caso de soluciones de junta vertical con cámara de descompresión, se deberá impermeabilizar el canto superior del panel en una longitud mínima de 10 cm a cada lado de la junta, antes de colocar sobre él los paneles superiores.

Si existieran remates de obra no industrializados, las condiciones son las mismas que las recogidas para el caso de fachadas de piezas de arcilla cocida y de hormigón.

#### 2.7.1.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra

##### Soporte

Se recibirán, durante la ejecución de los forjados, en su canto, cara superior o inferior un número n de bases de fijación quedando empotradas, aplomadas y niveladas.

Se verificará que el desplome entre caras de forjados en fachada no es mayor de 10 mm y que los desniveles máximos de los forjados son menores de 25 mm, antes de colocar el anclaje.

Se marcarán los ejes de modulación en el borde del forjado inferior pasándolos mediante plomos a las sucesivas plantas.

#### 2.7.1.5. Condiciones de terminación de unidades de obra

El material de sellado se aplicará en todo el perímetro de las juntas a temperatura superior a 0° C, comprobando antes de extenderlo que no existen óxidos, polvo, grasa o humedad.

#### 2.7.1.6. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra

Se impedirán golpes y rozaduras. No se apoyarán sobre el cerramiento ningún elemento u objeto que, al ejercer un esfuerzo sobre éste pueda dañarlo.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### 2.7.1.7. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra

##### Control de ejecución

Se prestará especial atención en el control de ejecución, pudiendo ser, entre otras, condiciones de no aceptación, las siguientes: Alineación y aplomado. Se medirá en los cantos. No será mayor de la tolerancia de fabricación más 2 mm.

Se verificará que la sujeción es la misma que la especificada por la Dirección Facultativa. El ancho de la junta vertical o de la horizontal, sea inferior al ancho mínimo.

Existen elementos metálicos no protegidos contra la oxidación. El sellador no cubra completamente el ancho de la junta.

Rebabas o desprendimiento del sellador.

De existir juntas con cámara de descompresión, se ha introducido el sellador en la cámara y/o se ha sellado la zona de comunicación de esta con el exterior. Ensayos y pruebas

Se comprobará la estanqueidad de paños de fachada al agua de escorrentía.

#### 2.7.1.8. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m<sup>2</sup> de superficie de cerramiento ejecutado, incluyendo paneles, juntas y sellado, incluso piezas especiales de anclaje y posterior limpieza.
- ml de remate de cerramiento de paneles pesados.

#### 2.7.1.9. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra

Los adhesivos serán siliconas de tres tipos según los materiales a enlazar:

Fabricación del doble acristalamiento: Silicona para unión vidrio - vidrio. Fijación del vidrio al marco soporte: Silicona para la unión vidrio - metal. Sellado de las juntas entre vidrios: Silicona de estanqueidad.

Todos los elementos auxiliares, como calzos, obturadores, etc. que intervengan en el montaje serán compatibles entre sí y con los selladores y adhesivos.

Se tendrá en cuenta las características particulares de cada material vítreo y su compatibilidad con el resto de materiales. Para el uso de acristalamiento estructural se podrá usar cualquier tipo de vidrio a excepción del vidrio

armado.

#### 2.7.1.10. Verificaciones y pruebas de servicio

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

Si se han dispuesto como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.

### 2.7.2. ENTRAMADO ESTRUCTURAL DE MADERA

#### 2.7.2.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB HE 1, apartado 6, se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos: conductividad térmica factor de resistencia a la difusión del vapor de agua densidad  $\rho$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica.

También al DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $kg/m^2$ . Los aislantes de los elementos opacos o paneles utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en  $kPa \cdot s/m^2$ , obtenida según UNE-EN 29053:1994. Se verificará que se corresponde con la especificada en proyecto.

Bases de fijación en los forjados:

Formados por perfil de acero con un espesor mínimo de galvanizado por inmersión de 4 micras. Llevarán soldadas un mínimo de dos patillas de anclaje, disponiéndose uniformemente repartidas. Irán provistas de los elementos precisos para el acoplamiento con el anclaje.

Anclajes:

Compuestos por perfil de acero con un espesor mínimo de galvanizado por inmersión de 40 micras. Provistos de los elementos precisos para el acoplamiento con la base de fijación, de forma que permita el reglaje de los elementos del muro cortina en sus dos direcciones laterales, y otra normal al mismo. Deberán ser capaces de absorber los movimientos de dilatación del edificio.

Estructura auxiliar:

Existen dos sistemas: montantes verticales y travesaños horizontales, o únicamente montantes verticales. Los montantes y travesaños no presentarán deformaciones ni alabeos, su aspecto superficial estará exento de rayas, golpes o abolladuras y sus cortes serán homogéneos. Irá provisto de los elementos precisos para el acoplamiento con los anclajes, travesaños o paneles completos y con los montantes superior e inferior. Los montantes llevarán en los extremos los elementos precisos para el acoplamiento con los paneles y vendrán protegidos superficialmente contra los agentes corrosivos.

Los travesaños y montantes podrán ser de:

- Aluminio, de espesor mínimo 2 mm.
- Acero conformado, de espesor mínimo 0,80 mm. Acero inoxidable, de espesor mínimo 1,50 mm. PVC, etc.

La perfilería será con/sin rotura de puente térmico.

Las bases de fijación, el anclaje y la estructura auxiliar deberán tener la resistencia suficiente para soportar el peso de los elementos del muro cortina separadamente, planta por planta.

Sistema de fijación del vidrio:

La fijación del vidrio a la estructura portante se podrá conseguir por dos técnicas diferentes:

- Fijación mecánica mediante piezas metálicas y taladros practicados al vidrio.
- Acristalamiento estructural: fijación elástica con adhesivos, Generalmente siliconas de alto módulo.

#### - Acristalamiento:

Cuando la fijación a la estructura portante sea mecánica, el vidrio deberá ser obligatoriamente templado.

Cuando se trate de acristalamiento estructural, el vidrio podrá ser monolítico o con cámara de aire, recocido, templado, laminar, incoloro, de color y con capas selectivas ya sean reflectantes o bajo emisivas.

En antepechos siempre serán vidrios templados.

El acristalamiento siempre llevará un tratamiento de bordes, como mínimo canto arenado.

Elementos opacos de cerramiento:

A su vez estarán compuestos por una placa exterior y otra interior (de acero, aluminio, cobre, madera, vidrio, zinc, etc.), con un material aislante intermedio (lana mineral, poliestireno expandido, etc.).

Los elementos opacos serán resistentes a la abrasión y a los agentes atmosféricos.

- **Junta preformada de estanquidad:**

Podrá ser de policloropropeno, de PVC, etc.

Material de sellado:

Podrá ser de tipo Thiokol, siliconas, etc.

- **Paneles**

El panel se suministrará con su sistema de sujeción a la estructura del edificio, que garantizará, una vez colocado el panel, su estabilidad, así como su resistencia a las sollicitaciones previstas.

El panel podrá ser de un material homogéneo, (plástico, metálico, etc.), o bien compuesto de capa exterior de tipo plástico o metálico (acero, aluminio, acero inoxidable, madera, material sintético etc.), capa intermedia de material aislante/absorbente y una lámina interior de material plástico, metálico, madera, etc.

Los cantos del panel presentarán la forma adecuada y/o se suministrará con los elementos accesorios precisos para que las juntas resultantes de la unión entre paneles y de éstos con los elementos de la fachada, una vez selladas y acabadas sean estancas al aire y al agua y no den lugar a puentes térmicos.

El material que constituya el aislamiento térmico podrá ser fibra de vidrio, espuma rígida de poliestireno extruida, espuma de poliuretano, etc. Cuando se trate de paneles de acero éste llevará algún tipo de tratamiento como prelacado, galvanizado, etc.

Cuando se trate de paneles de aluminio, el espesor mínimo del anodizado será de 20 micras en exteriores y 25 micras en ambiente marino. En caso de ir lacados, el espesor mínimo del lacado será de 80 micras.

Sistema de sujeción:

De no ser posible la sujeción directa del panel a la estructura del edificio, la fijación se realizará mediante elementos auxiliares como correas en Z o C, perfiles intermedios de acero, etc.

Se deberán indicar las tolerancias del sistema de fijación, de distancia entre planos horizontales de fijación y de aplomado entre el elemento de fijación más saliente. El sistema de fijación del panel a la estructura secundaria podrá ser visto u oculto mediante clips, tornillos autorroscantes, etc.

Se protegerán contra la corrosión los elementos metálicos del sistema de sujeción.

- Juntas: las juntas entre paneles podrán ser a tope, o mediante perfiles, etc.
- Materiales de sellado: podrá ser mediante materiales pastosos o bien perfiles preformados.

#### 2.7.2.2. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### 2.7.2.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Conforme al CTE DB HE 1, apartado 7, se indicarán las condiciones particulares de ejecución de los cerramientos de la envolvente térmica en el pliego de condiciones del proyecto

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. De obtenerse mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

Ejecución

Los anclajes se fijarán a las bases de fijación de manera que permita el reglaje del montante una vez colocado.

Los montantes se colocarán en la fachada uniéndolos por su parte superior a los anclajes permitiendo de ese modo la regulación en sus tres direcciones, para lograr la modulación, aplomado y nivelación. Para permitir el apoyo entre montantes, se acoplará un casquillo sobre el montante que permita el apoyo con el inmediatamente superior. Se dejará una junta de al menos 2mm/m entre los montantes, igual que entre el montante y travesaño.

Los travesaños se unirán a los montantes por medio de casquillos y otros sistemas. Entre, quedará una junta de dilatación de 2 mm/m.

Se colocará el elemento opaco o transparente de cerramiento sobre el módulo del cerramiento fijándose a él mediante junquillos a presión o sistema que realice esa misma función.

La junta preformada de estanquidad se colocará a lo largo de los encuentros del cerramiento con los elementos de obra, en la unión con los elementos opacos, transparentes y carpinterías, de forma que asegure la estanquidad al aire y al agua y permita los movimientos de dilatación.

La unión del panel completo a los montantes se realizará mediante casquillos a presión y angulares atornillados que

permitan la dilatación, esta unión coincidirá con los perfiles horizontales del panel.

Cuando existan elementos de carpintería, se unirá por tornillos con juntas de expansión u otros sistemas flotantes a la estructura auxiliar del cerramiento.

Cuando se trate de acristalamiento estructural, el encolado de los vidrios a los bastidores metálicos se hará siempre en taller climatizado, nunca en obra, para impedir riesgo de suciedad u condensaciones.

#### **2.7.2.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

##### **Soporte**

Se recibirán, durante la ejecución de los forjados, en su canto, cara superior o inferior un número n de bases de fijación quedando empotradas, aplomadas y niveladas. Se verificará que el desplome entre caras de forjados en fachada no es mayor a 10 mm y que los desniveles máximos de los forjados son menores a 25 mm.

Se marcarán los ejes de modulación en el borde del forjado inferior pasándolos mediante plomos a las sucesivas plantas.

#### **2.7.2.5. Condiciones de terminación de unidades de obra**

El material de sellado se aplicará en todo el perímetro de las juntas a temperatura superior a 0° C, comprobando antes de extenderlo que no existen óxidos, polvo, grasa o humedad.

#### **2.7.2.6. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se impedirán golpes y rozaduras. No se apoyarán sobre el cerramiento ningún elemento u objeto que, al ejercer un esfuerzo sobre éste pueda dañarlo.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.7.2.7. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

##### **Control de ejecución**

No se aceptarán las siguientes circunstancias:

- Base de fijación:  
El desplome presente variaciones superiores a  $\pm 1$  cm, o desniveles de  $\pm 2,5$  cm en 1 m.
- Montantes y travesaños:  
No existan casquillos de unión entre montantes.  
El desplome o desnivel presente variaciones superiores a  $\pm 2\%$ .
- Cerramiento:  
No permita movimientos de dilatación.  
La colocación discontinua o incompleta de la junta preformada.  
En el material de sellado exista discontinuidad.  
Incorrecta fijación del elemento de cerramiento.  
El sellador no cubra completamente el ancho de la junta.

##### **Ensayos y pruebas**

La prueba de servicio consiste en:

Se comprobará la estanqueidad de paños de fachada al agua de escorrentía.

- Montante y travesaño:  
Resistencia.  
Aparición de deformaciones o degradaciones.
- Cara exterior de los elementos opacos:  
Resistencia: existencia de grietas, degradaciones, deformaciones, deterioros o defectos apreciables.
- Cara interior de los elementos opacos:  
Resistencia.  
Se degrada o agrieta el revestimiento o se ocasionan deterioros en su estructura.

#### **2.7.2.8. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m<sup>2</sup> de superficie de muro ejecutado (estructura, paneles, acristalamiento), incluyendo o no la estructura auxiliar incluso piezas especiales de anclaje, sellado y posterior limpieza.

#### **2.7.2.9. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.

- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Cuando la estructura auxiliar del muro cortina no esté preparada para recibir directamente el elemento de cerramiento, éste se colocará con carpintería. Los adhesivos serán siliconas de tres tipos según los materiales a enlazar:

- Fabricación del doble acristalamiento:

Silicona para unión vidrio-vidrio.

- Fijación del vidrio al marco soporte:

Silicona para la unión vidrio-metal.

- Sellado de las juntas entre vidrios:

Silicona de estanquidad.

Todos los elementos auxiliares, como calzos, obturadores, etc. que intervengan en el montaje serán compatibles entre sí y con los selladores y adhesivos.

Se tendrá en cuenta las características particulares de cada material vítreo y su compatibilidad con el resto de materiales. Para el uso de acristalamiento estructural se podrá usar cualquier tipo de vidrio a excepción del vidrio armado.

#### **2.7.2.10. Verificaciones y pruebas de servicio**

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

Si se han dispuesto como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.

### **2.7.3. SISTEMAS CON PLACAS DE YESO LAMINADO (PYL)**

#### **2.7.3.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

La envolvente térmica comprende los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez se encuentren en contacto con el ambiente exterior.

Se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos: conductividad térmica factor de resistencia a la difusión del vapor de agua densidad  $\rho$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica. Según CTE DB HE 1, apartado 6.

Deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>. Según DB HR, apartado 4.1.

- Perfiles metálicos para particiones de placas de yeso laminado, de acero galvanizado: canales (perfiles en forma de U) y montantes (en forma de C).
- Placas de yeso laminado. En trasdosados autoportantes, el espesor mínimo si se utiliza una placa será de 15 mm. Si se utilizan dos o más placas, cada una tendrá 12,5 mm de espesor mínimo.
- Panel prefabricado compuesto de placa de yeso laminado de espesor mínimo 1,5 mm y un material aislante acústico.
- Adhesivos a base de yeso.
- Material de juntas para placas de yeso laminado, de papel micro perforado o de malla para juntas de placas, de fibra de vidrio para tratamientos de juntas con placas M0 y perfiles guarda vivos para protección de los cantos vivos.
- Bandas de estanquidad.
- Tornillos: tipo placa-metal (P), metal-metal (M), placa-madera (N).
- Aislante térmico y/o acústico. Los materiales de relleno de las cámaras utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en kPa·s/m<sup>2</sup>, obtenida según UNE-EN 29053:1994. Se verificará que se corresponde con la especificada en proyecto. Espesor acorde con el ancho de la perfilera, se verificará que se corresponde con el especificado en proyecto.

### 2.7.3.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales

Placas de yeso laminado:

Se almacenarán los paquetes sobre superficies lo más lisas y horizontales posibles. Acopiándose sobre calzos (tiras de placas) distanciados no más de 40 cm entre sí, a cubierto al abrigo de las lluvias y la intemperie.

Se trasladarán siempre en vertical o de canto, nunca de plano o en horizontal. El corte de las placas se realizará mediante una cuchilla retráctil y/o un serrucho, trabajando siempre por la cara adecuada, repasando los bordes cortados antes de su colocación. Se cortarían las placas efectuando todo tipo de ajustes antes de su colocación, sin forzarlas nunca para que encajen en su sitio.

Paneles de yeso:

Se almacenarán bajo cubierta. Siempre que hubiera cambios de humedad ambiente y cambios de temperatura se quitará el retráctil de plástico para impedir condensaciones de humedad. En el caso de remontar paneles, lo que no es recomendable, no se hará más de dos alturas, para impedir dañarlos.

### 2.7.3.3. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

### 2.7.3.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Conforme al CTE DB HE 1, apartado 7, en el pliego de condiciones del proyecto se deberán de deberán indicar las condiciones particulares de ejecución de los cerramientos de la envolvente térmica.

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

Ejecución

Según las especificaciones de la UNE 102040 IN, o la UNE 102043:2013 los elementos de separación verticales de entramado autoportante deberán montarse en obra, preferiblemente apoyados en el forjado y los trasdosados, bien de entramado autoportante, o bien adheridos, deberán montarse en obra también según las especificaciones de la UNE 102041 IN, o la UNE 102043:2013. Y en ambos se utilizarán los materiales de anclaje, tratamiento de juntas y bandas de estanquidad que indique el fabricante de los sistemas.

La altura máxima de los elementos de entramado con estructura metálica autoportante depende del ancho de la perfilera metálica utilizada, la modulación a ejes de los elementos verticales y el número de placas de yeso laminado. En el caso de ser necesario arriostrar los montantes, porque lo recoja el proyecto, se hará con cartelas según indique el fabricante o en su defecto, pueden utilizarse las especificaciones de la UNE 102040 IN, o la UNE 102043:2013 sobre los montajes de sistemas de tabiquería de placas de yeso laminado con estructura metálica. Se tendrá en cuenta que el arriostramiento entre los montantes ocasiona reducciones de aislamiento de aproximadamente 6 dBA según ensayo. Existen elementos auxiliares que permiten su unión sin arriostramiento rígido (uniones de elementos o piezas de chapas con amortiguador intermedio de caucho).

En los trasdosados autoportantes aplicados a un elemento base de fábrica, se eliminarán las rebabas de la fábrica mediante cepillado o procedimiento similar.

Cuando se trate de elementos de separación de doble perfilera de entramado metálico con placa intermedia, ésta puede ser sustituida por una chapa metálica de 0,6 mm.

#### - Replanteo:

Se comenzará por replantear los paneles en suelo y techo, conforme a la distribución del proyecto, se marcará la situación de los huecos, cercos, juntas de dilatación, etc. Se harán juntas de dilatación como máximo cada 15 m y se respetarán las juntas estructurales del edificio.

Según se indique en proyecto, los trasdosados podrán montarse sobre el forjado o sobre el suelo flotante. En el caso de que el solado se ejecute después del trasdosado, se colocará un film protector entre el solado y las placas de yeso laminado, para evitar que la humedad entre en contacto con las placas de yeso.

Si se trata de trasdosados de hojas de fábrica o de hormigón, se dejará una distancia mínima de 10 mm entre la fábrica y los canales de la perfilera.

En trasdosados directos, dependiendo del grado de irregularidades que presente la fábrica, se localizará el punto o zona más saliente para determinar qué tipo de trasdosado a ejecutar:

- Si las irregularidades de la hoja de fábrica son menores a 10 mm, se realizará a más ganar, es decir, con pelladas de pasta de yeso o a la llana dentada, imprimando la superficie del panel con un adhesivo adecuado.
- Si las irregularidades son menores o iguales a 20 mm., se realizará con pelladas de pasta de agarre sobre el panel.
- En el caso de que las irregularidades de la fábrica sean mayores de 20 mm, se realizará con tientos o tiras de yeso. Los tientos son tiras de placas de 20 cm de ancho de suelo a techo. Los tientos se colocarán con pelladas a la hoja de fábrica, después transcurridas un mínimo de 24 horas se procederá a la fijación de los paneles. Si el espesor de los tientos lo permite, se podrán colocar los conductos sobre el cerramiento portador

y aprovechar la cámara entre el trasdosado y el elemento de fábrica. El aislamiento térmico no deberá romperse en ningún momento para permitir la colocación de instalaciones, salvo en los puntos de salida (cajas para mecanismos eléctricos, de derivación, etc.).

**- Colocación de los perfiles o canales:**

Primero se interpondrá una banda de estanquidad en el encuentro de la perfilera con el forjado, techo, los pilares, otros elementos de separación verticales y la hoja principal de las fachadas de una hoja, ventiladas o con el aislamiento por el exterior.

Cuando un conducto de instalaciones colectivas se adose a un elemento de separación vertical, se revestirá de tal forma que se garantice la continuidad de la solución constructiva y no se disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación.

La tabiquería que acometa a un elemento de separación vertical ha de interrumpirse, permitiendo que el elemento de separación vertical sea continuo. Si el elemento de separación verticales es de dos hojas, la tabiquería no conectará las dos hojas del elemento de separación vertical y no interrumpirá la cámara.

Los perfiles o canales se colocarán con continuidad a tope, y no solapados; en los cruces y esquinas quedarán separados el espesor de las placas del tabique pasante.

Los perfiles o canales se anclarán tanto a suelo como a techo. La distancia entre anclajes vendrá marcada por el fabricante, y como mínimo deberán colocarse tres anclajes para piezas superiores a 50 cm y dos para piezas inferiores a 50 cm. El tipo y la fiabilidad del anclaje a las sollicitaciones que se producen en él según el material del soporte, será avalada por el fabricante del anclaje.

Colocación de elementos verticales de arranque con la obra gruesa o unidades terminadas:

Se fijarán a la obra con anclajes cada 60 cm como máximo y en no menos de tres puntos para tramos superiores a 50 cm. Se colocarán continuos de suelo a techo. Los canales inferior y superior se atornillarán.

**- Perfiles fijos:**

Los montantes que determinan puntos especiales de arranque, como esquinas, cruces, jambas, arranques, sujeción de soportes, etc., se situarán en su posición, y se atornillarán con tornillos tipo M, no con tornillos P, o se fijarán mediante punzonado, a los canales superior e inferior. No romperán la modulación general de los montantes de la unidad. Para la disposición y fijación de los perfiles precisos en cada punto se seguirán las indicaciones del fabricante.

Generalmente, en los cruces se podrá colocar un montante de encuentro dentro del tabique del que arrancan los otros y en estos últimos se colocarán montantes de arranque; o bien se sujetará el montante de arranque del tabique a realizar a la placa o placas del tabique ya instalado mediante anclajes.

Para la realización de esquinas se colocarán dos montantes, uno por cada tabique coincidente.

Cercos de puertas, armarios, etc., se reforzará la estructura en el dintel, colocando dos tramos de montantes atornillados con tornillos M o unidos por punzonamiento a los que forman las jambas. En el dintel del cerco se colocará un canal doblado a 90° en sus dos extremos formando unas patillas de 15 a 20 cm, e igualmente el canal del suelo se subirá de 15 cm a 20 cm por cada lateral del hueco. Estas patillas quedarán unidas por atornillado o punzonado a los montantes que enmarcan el hueco.

Se atenderá a las instrucciones del fabricante para determinar la máxima longitud del tabique sin rigidizadores (cercos, encuentros, esquinas, son considerados así), que dependerá del tipo de tabique, modulación, dimensión del perfil, número y espesor de las placas.

**- Perfiles intermedios o de modulación:**

Se encajarán en los canales por simple giro, dejándolos sueltos, sin atornillar su unión, y con una longitud de 8 mm a 10 mm más corta de la luz entre suelo y techo. Se atenderá a las especificaciones de proyecto para determinar la distancia entre ejes, será submúltiplo de la dimensión de la placa y no mayor a 60 cm. Manteniéndose esta modulación en la parte superior de los huecos.

Los montantes se colocarán en el mismo sentido, excepto los del final y los lógicos de huecos de paso o soportes para anclajes o similar. En el caso de que los montantes tengan una longitud menor que la luz a cubrir entre suelo y techo, se solaparán entre ellos o a través de piezas auxiliares, quedando el solape perfectamente solidario.

Deberán coincidir, en la misma línea horizontal, las perforaciones para el paso de instalaciones. Y se verificará que el perfil no quede debilitado en el caso de tener que realizar otras perforaciones. Se recomienda que los mecanismos de electricidad y otras instalaciones no coincidan en lados opuestos del tabique.

Tabiques dobles o especiales: se arriostrarán los montantes con cartelas de las dimensiones y a las distancias indicadas por el fabricante. En alturas especiales o caso de no desear el arriostramiento (juntas de dilatación, altas prestaciones acústicas, etc.) se deberá consultar a la Dirección Facultativa, siendo necesario un estudio específico.

**- Fijación de las placas de yeso (atornillado):**

Primero se colocarán las placas de una de las caras del tabique, a continuación, se montarán las instalaciones que lleve en su interior, no deberán servir de contacto entre la hoja de fábrica y las placas de yeso laminado, después se probarán (en su caso), se colocarán los anclajes, soportes y/o el aislamiento y se cerrará el tabique por la otra cara. Se utilizarán las piezas específicas necesarias para la distribución de conductos en el interior de la cámara. En el caso de que atraviesen un elemento de separación se deberán utilizar envolventes elásticas (pasamuros, que podrán ser, entre otros, coquillas de espuma de polietileno o espuma elastomérica), para impedir el paso de vibraciones a los elementos constructivos. Las holguras entre los pasamuros y los elementos de separación se sellarán.



En el caso de trasdosados, de existir instalaciones colocadas bajo roza dentro de la fábrica, se deberán retacar con mortero todas las rozas realizadas y procurar que las instalaciones discurren entre la perfilería. Las placas sólo deberán perforarse en los puntos en la salida de instalaciones o en los puntos donde se instalarán cajas para mecanismos eléctricos o registro.

Las placas se fijarán a los perfiles mediante tornillos perpendiculares a las placas cada 25 cm. La longitud de los tornillos será la especificada por el fabricante. Los tornillos del borde longitudinal de las placas se colocarán a 10 mm de éste y los de los bordes transversales a no menos de 15 mm. En la zona donde se produce el cruce de un montante con un canal, no se atornillarán las placas a los perfiles. Los tornillos han de quedar suficientemente rehundidos para permitir su posterior emplastecido.

El aislamiento acústico o material amortiguador de vibraciones se colocará en la cámara entre los perfiles, rellenando toda su superficie, con un espesor de material adecuado al ancho de la perfilería utilizada. Lo conveniente es utilizar absorbentes acústicos de densidad baja o media (de 10 a 70 kg/m<sup>3</sup>) que permitan el amoldamiento de los conductos sin deteriorarse.

En tabiques formados por varias capas superpuestas de placas de yeso laminado, se colocarán contrapeadas de manera que no coincidan las juntas entre placas ancladas a un mismo lado de la perfilería autoportante.

En los tabiques sencillos o dobles las placas se colocarán en posición longitudinal respecto a los montantes, de manera que sus juntas verticales coincidan siempre con un montante.

En los tabiques múltiples y especiales se podrán colocar indistintamente en posición transversal o longitudinal.

Las placas se apoyarán sobre calzos en el suelo, separándolas del suelo terminado entre 10 y 15 mm y a tope en el techo. Cuando las placas sean de menor dimensión que la altura libre, la colocación hará que no coincidan sus juntas transversales en la misma línea horizontal, realizándose un solape mínimo de 40 cm.

En los huecos, las placas se colocarán según instrucciones del fabricante. Cuando se trate de tabiques sencillos se colocarán haciendo bandera en los cercos. Las juntas entre placas de caras opuestas de un mismo nivel de laminación no coincidirán en el mismo montante.

#### - Tratamiento de las juntas:

Se tratarán las juntas entre las placas de yeso laminado y de estas con otros elementos constructivos para garantizar la estanquidad de la solución. Se podrá realizar de los siguientes modos:

Con pasta de juntas de yeso, y cinta de papel microperforado sobre ella. Una vez seca la junta, se aplicarán las capas de pasta precisas.

Cinta de malla autoadhesiva en las juntas y la posterior aplicación las capas de pasta de juntas precisas. El número de capas de pasta de juntas de terminación dependerá de la decoración posterior del paramento.

Cuando en proyecto se indique la colocación de 2 o más placas de yeso laminado por cada lado, las placas se colocarán contrapeadas respecto a las placas de la fase anterior, debiéndose proceder al tratamiento de juntas y plastecido de tornillos de cada fase.

Las juntas perimetrales del trasdosado con el forjado y otras particiones, se podrán tratar o bien con pasta de yeso y cinta de juntas o bien podrá utilizarse silicona elástica.

#### 2.7.3.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra

##### Soporte

Los elementos estructurales flectados: vigas de borde o remates de forjado cumplirán la condición de limitación de flecha. Se verificará que el soporte (forjado, losa, etc.) haya fraguado totalmente, esté seco, nivelado y limpio de cualquier resto de obra.

Las fachadas, cubiertas y otros muros en contacto con las unidades de tabiquería estarán totalmente terminados e impermeabilizados, y con los vierteaguas colocados. La carpintería de huecos exteriores y cajas de persianas estarán colocadas; es también recomendable que los huecos exteriores dispongan del acristalamiento. Los tabiques no serán solidarios con los elementos estructurales verticales u horizontales. El techo estará limpio y plano. Los cercos interiores y otros elementos a incorporar en el tabique por los instaladores de la tabiquería estarán en obra.

La tabiquería puede ejecutarse indistintamente sobre el suelo flotante o sobre el forjado. Si se quiere asegurar que el suelo flotante es independiente entre unidades de uso, es conveniente que se ejecuten primero los elementos de separación entre unidades de uso diferentes, para después ejecutar el suelo flotante.

En caso de que sirva de trasdosado de una hoja de fábrica o de hormigón, según lo especificado en el proyecto, la hoja de fábrica puede tener algún revestimiento, como un enlucido, enfoscado, etc., de no ser así se limpiarán las rebabas de mortero o pasta que queden en la hoja de fábrica, para impedir contactos rígidos entre el trasdosado y la hoja de fábrica.

#### 2.7.3.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra

Longitud de perfiles intermedios encajados en canales: entre 8 mm y 10 mm. La separación entre placas y suelo terminado: entre 10 y 15 mm.

Conforme al CTE DB SUA 2, apartado 1.1, en las zonas de circulación: los paramentos no presentarán elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm en la zona de altura comprendida entre 15 cm y 2,20 m medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.

#### 2.7.3.7. Condiciones de terminación de unidades de obra

Se verificarán y repararán las superficies a tratar. Los pasos de instalaciones y cajas para mecanismos eléctricos estarán convenientemente recibidos y emplastecidos. Las superficies de las placas estarán limpias de polvo y manchas. Las cabezas de los tornillos deberán estar rehundidas y limpias de celulosa a su alrededor. En el caso de zonas deterioradas, se sanearán convenientemente y se realizará su emplastecido.

Las juntas entre placas tendrán un espesor inferior a 3 mm; de no ser así se realizará un emplastecido previo al tratamiento.

Se aplicará pasta en las cabezas de tornillos y juntas de placas, se colocarán sobre ella la cinta de juntas, ayudados con una espátula. Una vez seca se aplicará una capa de pasta de acabado, se deja secar y se aplica una segunda capa, lijando por último la superficie tratada.

En los tabiques múltiples se emplastecerán las juntas de todas las capas, incluidas las interiores. Las aristas de las esquinas se rematarán con cinta o perfil guardavivos, fijado con pasta a las placas.

En el caso de trasdosados de fábrica, cuando haya falso techo, es conveniente ejecutar primero el trasdosado y después el falso techo.

#### **2.7.3.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se impedirán las humedades y la transmisión de empujes sobre las particiones.

No se fijarán o colgarán pesos del tabique sin seguir las indicaciones del fabricante.

Cualquier tipo de alteración apreciable como fisura, desplome o envejecimiento indebido se comunicará de forma inmediata a la Dirección Facultativa que lo estudiará y dictaminará su importancia y peligrosidad y, las reparaciones que deban realizarse, en su caso.

Los trabajos de reparación se llevarán a cabo por profesional cualificado. La limpieza se llevará a cabo según el tipo de acabado.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.7.3.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Se prestará especial atención en el control de ejecución de.

- Previo a la ejecución:

Se comprobará el estado correcto de los materiales que componen la partición.

Las superficies donde apoyará la perfilera estarán limpias y sin imperfecciones significativas.

- Replanteo:

Comprobar posibles desviaciones respecto a proyecto, tanto de replanteo como de espesores de la partición. No podrán producirse errores superiores a  $\pm 20$  mm no acumulativos.

En trasdosados autoportantes, la perfilera estará separada al menos 10 mm de la hoja de fábrica. Juntas de dilatación de la tabiquería: máximo cada 15 m.

- Ejecución:
- Canales: colocación de banda de estanquidad en suelo, techo y en los encuentros laterales con elementos de fábrica y pilares. Se comprobarán los anclajes y arriostramiento adecuado, en su caso.
- Montantes de arranque: fijaciones, tipo y distancia. Uniones a otros tabiques. Montantes intermedios: modulación y sin atornillar.
- Montantes fijos (esquinas, cruces, jambas, etc.): fijaciones y distancia.
- Instalaciones: se llevan por dentro de la perfilera, en su caso, y se emplearán piezas específicas para el tendido de las mismas. Aislamiento: cubre toda la superficie de la cámara y no ha sufrido roturas. Ancho adecuado a los montantes utilizados.
- Refuerzos en huecos y fijación del cerco o premarco (descuadres y alabeos).
- Sujeción de las placas: firmes, tornillos adecuados. Existencia de montante debajo de cada junta longitudinal. Juntas entre las placas de yeso: tratamiento con pasta de juntas y cintas de papel o malla.
- Encuentros entre las placas de yeso y el forjado o las particiones a las que éstas acometen: tratamiento con pasta de yeso y cinta de juntas.
- Colocación de dos o más fases de placas de yeso: comprobación que la segunda fase se ha anclado de forma contrapeada con respecto a la fase anterior. Tratamiento de las de juntas y plastecido de tornillos de cada fase.
- Zonas de circulación: Conforme al CTE DB SUA 2, apartado 1.1. Los paramentos carezcan de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm en la zona de altura comprendida entre 15 cm y 2,20 m medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.
- Comprobación final:
- Desplome, no mayor de 5 mm en 3 m de altura.
- Planeidad general: diferencias entre resaltes no mayor a 5 mm, medida con regla de 2 m. Planeidad local: diferencias entre resaltes no mayor a 1 mm, medida con regla de 20 cm.

- Acabado de la superficie adecuado para la aplicación de revestimientos decorativos. Las placas de acabado estarán debidamente selladas y no existen rozas o roturas en ellas.
- Las cajas de derivación y las de los mecanismos eléctricos (enchufes, interruptores, etc.) son apropiadas para las placas de yeso laminado. Ensayos y pruebas
- Prueba previa in situ de los anclajes de los perfiles canal para verificar su idoneidad frente a las solicitaciones que se producen en ellos según el material del soporte.
- Prueba de verificación del funcionamiento de las instalaciones que vayan a quedar ocultas. Esta prueba se realizará antes de cerrar el tabique.

#### 2.7.3.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- Placa de yeso laminado con estructura metálica de acero galvanizado:

m2 de partición/trasdosado formado por el número de placas de yeso del tipo y espesor determinados, a uno o ambos lados de una estructura metálica sencilla/doble, formada por montantes separados a ejes una distancia determinada, en mm, y canales del ancho especificado, en mm, dando el espesor total especificado de partición/trasdosado terminada/o, en mm.

- Almas con aislante, en su caso, del tipo y espesor especificados, en una o en las dos estructuras. Parte proporcional de tornillería, pastas y cintas para juntas, bandas de estanquidad, anclajes para suelo y techo, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza. Totalmente terminado y listo para imprimir y decorar.
- Trasdosados directos con placa de yeso laminado:

m2 de trasdosado directo con panel compuesto de placa de yeso laminado trasdosada con aislante, adherido al soporte mediante pasta de agarre, listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas roturas y accesorios de fijación y limpieza. Totalmente terminado y listo para imprimir y decorar.

#### 2.7.3.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.
- Las tuberías se aislarán para impedir condensaciones.

Todos los elementos metálicos que entren en contacto con la partición/trasdosado, como rigidizadores, esquineros, etc., deberán estar protegidos contra la corrosión, mediante galvanizado, cincado o, al menos, cubiertos de pintura. En el caso de ser con pintura, esta deberá ser compatible con los materiales a utilizar, tales como el propio panel, la escayola y el adhesivo y estar totalmente seca antes de entrar en contacto con estos elementos.

#### 2.7.3.12. Verificaciones y pruebas de servicio

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

Si se han dispuesto como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.

## 2.8. REVESTIMIENTOS Y FALSOS TECHOS

### 2.8.1. FALSOS TECHOS CONTINUOS

#### 2.8.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Se verificarán que se corresponden con las especificadas en proyecto. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>. Los materiales utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por: la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en kPa·s/m<sup>2</sup>, obtenida según UNE-EN 29053, en materiales de relleno de las cámaras de los elementos constructivos de separación y el coeficiente de absorción acústica, al menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio  $m$ , en el caso de materiales utilizados como absorbentes acústicos. Si no se conoce el valor del coeficiente de absorción acústica medio  $m$ , podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado,  $w$ .

- Panel de escayola, con distintos tipos de acabado: con cara exterior lisa o en relieve, con/sin fisurado y/o material acústico incorporado, etc. Las placas de escayola no presentarán una humedad superior al 10% en peso, en el momento de su colocación.

- Techos suspendidos.

- Placas o paneles:

- Placas de yeso laminado con/sin cara vista revestida por lámina vinílica. Espesor mínimo 1 placa: 15 mm. Espesor mínimo 2 o más placas: 2x12,5 mm. Placas de escayola.
- Paneles metálicos, de chapa de aluminio, (espesor mínimo de chapa 0,30 mm, espesor mínimo del anodizado, 15 micras), chapa de acero cincado lacado, etc. con acabado perforado, liso o en rejilla, con o sin material absorbente acústico incorporado.
- Placa de fibras vegetales unidas por un conglomerante: será incombustible y estará tratada contra la pudrición y los insectos.
- Placa rígida de conglomerado de lana mineral u otro material absorbente acústico.
- Paneles de tablero contrachapado.
- Lamas de madera, aluminio, etc.

- Estructura de armado de placas para techos continuos:

- Estructura de perfiles de acero galvanizado o aluminio con acabado anodizado (espesor mínimo 10 micras), longitudinales y transversales.

Sistema de fijación:

- Elemento de suspensión: podrá ser mediante varilla roscada de acero galvanizado con gancho cerrado en ambos extremos, perfiles metálicos galvanizados, tirantes de reglaje rápido, etc.

- Elemento de fijación al forjado:

- Mediante clavo de acero galvanizado fijado mediante tiro de pistola y gancho con tuerca, etc. si es de hormigón. Mediante taco de material sintético y hembra roscada de acero galvanizado, etc. Si son bloques de entrevigado. Mediante abrazadera de chapa galvanizada, etc. Si son viguetas.
- Mediante pasta de escayola y fibras vegetales o sintéticas. Cuando el elemento de suspensión sean cañas.

- Elemento de fijación a placa: podrá ser mediante alambre de acero recocido y galvanizado, pella de escayola y fibras vegetales o sintéticas, perfiles laminados anclados al forjado, con o sin perfilera secundaria de suspensión, y tornillería para la sujeción de las placas, etc., para techos continuos. Para techos registrables, podrá ser mediante perfil en T de aluminio o chapa de acero galvanizada, perfil en U con pinza a presión, etc., pudiendo quedar visto u oculto.

- Material de juntas entre planchas para techos continuos: podrá ser de pasta de escayola (80 l de agua por cada 100 kg de escayola) y fibras vegetales o sintéticas, etc.

- Elementos decorativos: molduras o florones de escayola, fijados con pegamento cola, etc.

Los materiales se acopiarán a cubierto, protegiéndolos de la intemperie.

Se evitará la manipulación en horizontal, trasladándose las placas en vertical o de canto.

Para colocar las placas habrá que realizar los ajustes previamente a su colocación, evitando forzarlas para que encajen en su sitio.

#### 2.8.1.2. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### 2.8.1.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Como se recoge en el DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. De obtenerse mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

Ejecución

Se tomarán los niveles en todos los locales objeto de actuación, y se marcará la altura de forma indeleble en todos los paramentos y elementos singulares y/o sobresalientes de los mismos.

Como indica el DB HR, los falsos techos no serán continuos entre dos recintos pertenecientes a unidades de uso diferentes. Cuando el techo suspendido acometa a un elemento de separación vertical entre unidades de uso diferentes, la cámara de aire entre el forjado y el techo suspendido deberá interrumpirse o cerrarse.

En el caso de que discurren conductos de instalaciones por el techo suspendido, deberá impedirse que dichos conductos conecten rígidamente las capas que forman el techo y el forjado.

Siempre que en el techo hubiera luminarias empotradas, éstas no deberán formar una conexión rígida entre las placas del techo y el forjado y su ejecución no deberá disminuir el aislamiento acústico inicialmente previsto.

Si los techos suspendidos dispusieran de un material absorbente en la cámara, éste deberá rellenar de forma continua toda la superficie de la cámara y reposar en el dorso de las placas y zonas superiores de la estructura portante. Además, es conveniente que el material absorbente suba hasta el forjado por todos los lados del plenum.

Deberán sellarse todas las juntas perimétricas o cerrarse el plenum del techo suspendido o el suelo registrable, especialmente los encuentros con elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes.

-Techos continuos:

Se dispondrán un mínimo de 3 elementos de suspensión, por m<sup>2</sup>. No estarán alineados y se colocarán uniformemente repartidos.

Cuando se trate de un sistema industrializado, se dispondrá la estructura sustentante anclada al forjado y atornillada a la perfilera secundaria (si existe), así como a la perimetral. Las placas se atornillarán perpendicularmente a la perfilera y alternadas. Es conveniente utilizar amortiguadores que eviten la conexión rígida entre él y el techo original.

Cuando se trate de fijaciones metálicas y varillas suspensoras, éstas se dispondrán verticales y el atado se realizará con doble alambre de diámetro mínimo 0,70 mm. Cuando se trate de fijación con cañas, éstas se recibirán con pasta de escayola (en la proporción de 80 l de agua por 100 kg de escayola) y fibras vegetales o sintéticas. Estas fijaciones podrán disponerse en cualquier dirección.

Cuando se trate de planchas de escayola, éstas se dispondrán sobre reglones que permitan su nivelación, colocando las uniones longitudinalmente en el sentido de la luz rasante, y las uniones transversales alternadas.

Las planchas perimetrales estarán separadas 5 mm de los paramentos verticales.

Las juntas de dilatación se dispondrán cada 10 m y se formarán con un trozo de plancha recibida con pasta de escayola a uno de los lados y libre en el otro. Si el techo tiene trampillas de registro, las juntas perimetrales de dichas trampillas deberán ser herméticas.

Si se hubieran proyectado 2 o más placas para formar el falso techo, cada una de las placas se colocará contrapeada respecto a las placas de la fase anterior.

-Techos registrables:

Las varillas roscadas que se usen como elementos de arriostramiento, se colocarán entre dos perfiles del entramado, mediante manguitos; la distancia entre varillas roscadas no será superior a 120 cm.

Las varillas roscadas que se usen como elemento de suspensión, se unirán por el extremo superior a la fijación y por el extremo inferior al perfil del entramado, mediante una tuerca.

Los perfiles que forman el entramado y los perfiles de remate se situarán convenientemente nivelados, a las distancias que determinen las dimensiones de las placas y a la altura prevista en todo el perímetro; los perfiles de remate se fijarán mediante tacos y tornillos de cabeza plana, distanciados un máximo de 50 cm entre sí.

La colocación de las placas se comenzará por el perímetro, apoyando las placas sobre el ángulo de chapa y sobre los perfiles del entramado.

Cuando se trate de placas acústicas metálicas, su colocación se comenzará por el perímetro transversalmente al perfil U, apoyadas por un extremo en el elemento de remate y fijadas al perfil U mediante pinzas, cuya suspensión se reforzará con un tornillo de cabeza plana del mismo material que las placas.

#### **2.8.1.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

Previo al inicio de la colocación del falso techo se habrán dispuesto, fijado y terminado todas las instalaciones situadas debajo del forjado. Las instalaciones que deban quedar ocultas se habrán sometido a las pruebas precisas para su correcto funcionamiento. Preferiblemente se habrán ejecutado las particiones (cuando se trate de elementos de separación entre unidades de uso diferentes, conforme al DB HR, deberá ejecutarse primero el elemento de separación vertical y después el techo), la carpintería de huecos exteriores con sus acristalamientos y cajas de persianas.

#### **2.8.1.5. CONDICIONES DE TERMINACIÓN DE UNIDADES DE OBRA**

El falso techo quedará limpio, con su superficie plana y al nivel previsto. El conjunto quedará estable e indeformable.

Las uniones entre planchas se rellenarán con fibras vegetales o sintéticas y pasta de escayola, (en la proporción de 80 l de agua por cada 100 kg de escayola), y se acabarán interiormente con pasta de escayola en una proporción de 100 l de agua por cada 100 kg de escayola.

Para la colocación de luminarias, o cualquier otro elemento, se respetará la modulación de las placas, suspensiones y arriostramientos. Previo a ejecutar cualquier tipo de trabajos en el falso techo, se esperará al menos 24 horas.

#### **2.8.1.6. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Se prestará especial atención en el control de ejecución de.

- Previo a la ejecución:

Se verificará que los materiales que componen el cerramiento se encuentran en correcto estado y no existen roturas en las placas.

Se verificará que ya están ejecutados todos los cerramientos verticales que delimitan el recinto, y éstos llegan hasta el forjado. Dichos cerramientos verticales deberán tener el revestimiento que se indica en proyecto, incluso en la zona que va a quedar tapada por el techo suspendido.

- Ejecución:

Se verificará el relleno de uniones y acabados. No se admitirán defectos aparentes de relleno de juntas o su acabado. Se verificará que la humedad de las placas es menor del 10%.

Se verificarán las fijaciones en tacos, abrazaderas, ataduras y varillas. La perfilera o elementos de fijación del techo suspendido se colocan según se indica en proyecto (amortiguados o no).

Se verificará que la separación entre planchas y paramentos es menor de 5 mm.

Se verificará que los conductos de instalaciones no reposan sobre las placas de yeso laminado. Las perforaciones para el paso de instalaciones se ejecutan únicamente en el punto de salida y según se indica en proyecto.

Suspensión y arriostramiento. La separación entre varillas suspensoras y entre varillas de arriostramiento, será inferior a 1,25 m. No se admitirá un atado deficiente de las varillas de suspensión, ni habrá menos de 3 varillas por m<sup>2</sup>.

Se verificará que, en caso de colocarse dos o más fases de placas de yeso, la segunda fase se ha anclado de forma contrapeada con respecto a la fase anterior. Se verificará la planeidad en todas las direcciones con regla de 2 m. Los errores en la planeidad no serán superiores a 4 mm.

Se verificará la nivelación. La pendiente del techo no será superior a 0,50%.

Las cajas los mecanismos eléctricos y luminarias son apropiadas para las placas de yeso laminado.

#### **2.8.1.7. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m<sup>2</sup> de superficie realmente ejecutada de falso techo, incluso parte proporcional de elementos de suspensión, entramados, soportes.
- ml de moldura perimetral. ud elemento decorativo.

#### **2.8.1.8. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

#### **2.8.1.9. Verificaciones y pruebas de servicio**

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anexo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

### **2.8.2. REVESTIMIENTOS DE CAL Y BASTARDOS**

#### **2.8.2.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB HE 1, apartado 6, si forma parte de la envolvente térmica, se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos: conductividad térmica factor de resistencia a la difusión del vapor de agua densidad  $\rho$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos

constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>.

- Cemento común.
- Cal.
- Agua. Procedencia. Calidad.
- Aditivos: plastificante, hidrofugante, etc.
- Pigmentos para la coloración.
- Enlisonado y esquineras: podrán ser metálicas para enlucido exterior, interior, etc.
- Malla de refuerzo: material (armadura de fibra de vidrio, tela metálica, etc.). Paso de retícula. Espesor.
- Morteros para revoco y enlucido.
- Yeso para la construcción.

Aditivos de los morteros monocapa:

- retenedores de agua, que mejoran las condiciones de curado; hidrofugantes, para evitar que el revestimiento absorba un exceso de agua;
- aireantes, que contribuyen a la obtención de una masa de material con menor cantidad de agua, por tanto, más manejable;
- cargas ligeras aumentan la deformidad del material y reducen su peso del material y su módulo elástico;
- fibras, de origen natural o artificial, para mejorar la cohesión de la masa y su comportamiento frente a las deformaciones;
- pigmentos, que dan lugar a una extensa gama cromática.

Junquillos para juntas de trabajo o para despieces decorativos:

- Dimensiones.
- Sección.
- Material (madera, plástico, aluminio lacado o anodizado).

### 2.8.2.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales

Tipos:

- Mortero seco: En sacos o en silos compartimentados, estancos y aislados de la humedad, con amasado automático.
- Mortero predosificado: se dispondrá en silos compartimentados, estancos y aislados de la humedad, separándose el conglomerante y el árido.
- Mortero húmedo: el camión hormigonera lo depositará en cubilotes facilitados por el fabricante.
- Cemento: si el suministro es envasado, se dispondrán sobre palets, o plataforma similar, en lugar cubierto, con ventilación y protegido de la intemperie, humedad del suelo y paramentos. Si el suministro es a granel, se almacenará en silos o recipientes aislados de la humedad.

Generalmente, el tiempo máximo de almacenamiento será de tres, dos y un mes, para las clases resistentes de cemento 32,5, 42,5 y 52,5 o para morteros que contengan esos cementos.

- Cales aéreas (endurecen lentamente por la acción del CO<sub>2</sub> presente en el aire). Cal viva en polvo: se almacenará en depósitos o sacos de papel herméticos y en lugar seco para impedir su carbonatación. Cal aérea hidratada (apagada): se almacenará en depósitos herméticos, estancos a la acción del anhídrido carbónico, en lugar seco y protegido de corrientes de aire.
- Cales hidráulicas (fragan y endurecen con el agua): se conservarán en lugar seco y protegido de corrientes de aire para impedir su hidratación y posible carbonatación.

Se protegerán para que no se contaminen por el ambiente ni por el terreno, tomando las precauciones para impedir su segregación.

-Aditivos: se protegerán para impedir su contaminación ni la alteración de sus propiedades por factores físicos o químicos.

-Adiciones (cenizas volantes, humo de sílice): se almacenarán en silos y recipientes impermeables que los protejan de la humedad y la contaminación.

### 2.8.2.3. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

### 2.8.2.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Como recoge el DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. En el caso de que se obtengan mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

## Ejecución

- Como criterios generales:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.3.3.1, las juntas de dilatación de la hoja principal, tendrán un sellante sobre un relleno introducido en la junta, que quedará enrasado con el paramento sin enfoscar.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.1.2, en muros de sótano en contacto con el terreno, según el tipo de muro, de impermeabilización y el grado de impermeabilidad exigido, se revestirá su cara interior con una capa de mortero hidrófugo sin revestir.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.3.2, en función de la existencia o no de revestimiento exterior y del grado de impermeabilidad, se exigirán las siguientes condiciones en las fachadas:

El revestimiento continuo exterior tendrá un espesor de entre 10 y 15 mm, excepto los acabados con una capa plástica delgada, para conseguir una resistencia media a la filtración, adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad; permeabilidad al vapor suficiente para impedir su deterioro por acumulación de vapor entre él y la hoja principal y adaptación a los movimientos del soporte. En el caso de instalación del aislante por el exterior de la hoja principal de la fachada, se colocará una armadura de malla de fibra de vidrio o de poliéster, con el fin de mejorar el comportamiento frente a la fisuración.

Para conseguir una resistencia media a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal, el enfoscado de mortero tendrá un espesor mínimo de 10 mm; para conseguir una resistencia alta a la filtración, el enfoscado de mortero llevará aditivos hidrofugantes con un espesor mínimo de 15 mm.

Para conseguir una resistencia muy alta a la filtración de la barrera contra la penetración del agua, se dispondrá un revestimiento continuo intermedio en la cara interior de la hoja principal, con las siguientes características: estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo; adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad; permeabilidad suficiente al vapor para impedir su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal; adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, (que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo); estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.

Otras acciones para conseguir una resistencia muy alta a la filtración: el revestimiento continuo exterior tendrá estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo; adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad; permeabilidad al vapor suficiente para impedir su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal; adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, (que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo); estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.

- Conforme al CTE DB HS 1 apartado 2.1.2. Si el muro en contacto con el terreno, para conseguir una impermeabilización tipo I1 y se impermeabiliza mediante aplicaciones líquidas, la capa protectora podrá ser un mortero reforzado con una armadura. Cuando el muro sea de fábrica para conseguir una impermeabilización tipo I3, se recubrirá por su cara interior con un revestimiento hidrófugo, como una capa de mortero hidrófugo sin revestir.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.1.3.1 Cuando el muro se impermeabilice por el interior, sobre la barrera impermeable colocada en los arranques de fachada, se dispondrá una capa de mortero de regulación de 2 cm de espesor como mínimo.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.1.3.6. Las juntas horizontales de los muros de hormigón prefabricado podrán sellarse con mortero hidrófugo de baja retracción. Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.3. Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados se dispondrá un refuerzo del revestimiento exterior con mallas dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.4. En fachadas con revestimiento continuo, si la hoja principal está interrumpida por los pilares, se reforzará el revestimiento con armaduras colocadas a lo largo del pilar de forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.4.3.5. En cubiertas, cuando se disponga una capa de protección, y la cubierta no sea transitable, se podrá utilizar mortero que conforme una capa resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas y con peso suficiente para contrarrestar la succión del viento.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.4.3.5.2 Solado fijo. Podrá ser de capa de mortero o mortero filtrante.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.4.3.5.4 Capa de rodadura. Cuando el aglomerado asfáltico se vierta sobre una capa de mortero dispuesta sobre la impermeabilización, se colocará entre estas dos capas una capa separadora de mortero para impedir la adherencia entre ellas de 4 cm de espesor como máximo y armada de tal manera que se evite su fisuración. Esta capa de mortero se aplicará sobre el impermeabilizante en los puntos singulares que se encuentren impermeabilizados.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.2 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical. Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, éste podrá realizarse con mortero en bisel con un ángulo de 30° con la horizontal y



redondeándose la arista del paramento.

- Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.1.3. Condiciones del revestimiento hidrófugo de mortero: el paramento donde se va aplicar el revestimiento estará limpio. Se aplicarán al menos cuatro capas de revestimiento de espesor uniforme y el espesor total no será mayor que 2 cm. No se aplicará el revestimiento cuando la temperatura ambiente sea menor que 0° C ni cuando se prevea un descenso de la misma por debajo de dicho valor en las 24 horas posteriores a su aplicación. En los encuentros se solaparán las capas del revestimiento al menos 25 cm.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.3.2. Condiciones del revestimiento intermedio: se dispondrá adherido al elemento que sirve de soporte y aplicarse de manera uniforme sobre éste.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.3.5. Condiciones del revestimiento exterior. Se dispondrá adherido o fijado al elemento que sirve de soporte.
- Conforme al CTE DB HR, apartado 5.1.1.1, en elementos de separación verticales con bandas elásticas (tipo 2) cuyo acabado superficial sea un enlucido, deberán impedirse los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva bandas elásticas en su perímetro y el enlucido del techo en su encuentro con el forjado superior, para ello, se prolongará la banda elástica o se ejecutará un corte entre ambos enlucidos. Para rematar la junta, podrán utilizarse cintas de celulosa microperforada.

Además de la misma manera, deberán impedirse los contactos entre el enlucido del tabique o de la hoja interior de fábrica de la fachada que lleven bandas elásticas en su encuentro con un elemento de separación vertical de una hoja de fábrica (Tipo 1, conforme al DB HR) y el enlucido de ésta. También se impedirán los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva bandas elásticas en su perímetro y el enlucido de la hoja principal de las fachadas de una sola hoja, ventiladas o con el aislamiento por el exterior.

- Guarnecidos:

Previamente al revestido, se habrán recibido los cercos de puertas y ventanas y repasado la pared, tapando los desperfectos que pudiera haber; asimismo se habrán recibido los ganchos y repasado el techo. Los muros exteriores estarán terminados, incluso el revestimiento exterior si lo lleva, así como la cubierta del edificio o al menos tres forjados sobre la planta en que se va a realizar el guarnecido.

No se realizará el guarnecido cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5° C.

En las aristas verticales de esquina se colocarán guardavivos, aplomándolos y punteándolos con pasta de yeso en su parte perforada. Una vez colocado se realizará una maestra a cada uno de sus lados.

Cuando se trate de guarnecido maestreado, se ejecutarán maestras de yeso a base de bandas de al menos 12 mm de espesor, en rincones, esquinas y guarniciones de huecos de paredes, en todo el perímetro del techo y en un mismo paño cada 3 m como mínimo.

La pasta de yeso se utilizará inmediatamente después de su amasado, sin adición posterior de agua. Se aplicará la pasta entre maestras, apretándola contra la superficie, hasta enrasar con ellas. El espesor del guarnecido será de 12 mm y se cortará en las juntas estructurales del edificio. Cuando el espesor del guarnecido sea superior a 15 mm, se realizará por capas sucesivas de este espesor máximo, previo fraguado de la anterior, terminada rayada para mejorar la adherencia. Se impedirán los golpes y vibraciones que puedan afectar a la pasta durante su fraguado.

- Enfoscados:

Se habrán recibido los cercos de puertas y ventanas, bajantes, canalizaciones y demás elementos fijados a los paramentos. Para enfoscados exteriores estará terminada la cubierta.

Se humedecerá el soporte, previamente limpio. Habrá fraguado el mortero u hormigón del soporte a revestir. En caso de haber discontinuidades en el soporte, se colocará un refuerzo de tela metálica en la junta, tensa y fijada con un solape mínimo de 10 cm a cada lado.

No se confeccionará el mortero cuando la temperatura del agua de amasado sea inferior a 5° C o superior a 40° C. Se utilizarán aditivos anticongelantes si así lo requiere el clima. Se amasará exclusivamente la cantidad que se vaya a necesitar.

Enfoscados sin maestrear: se dispondrán en paramentos donde el enfoscado vaya a quedar oculto o donde la planeidad final se obtenga con un revoco, estuco o plaqueado. Cuando se trate de enfoscados maestreados: se dispondrán maestras verticales formadas por bandas de mortero, formando arista en esquinas, rincones y guarniciones de hueco de paramentos verticales y en todo el perímetro del techo con separación no superior a 1 m en cada paño. Se aplicará el mortero entre maestras hasta conseguir un espesor de 15 mm; cuando sea se realizará por capas sucesivas. Si una capa de enfoscado se forma a base de varias pasadas de un mismo mortero fresco sobre fresco, cada pasada se aplicará después de iniciar a endurecer la anterior.

En enfoscados exteriores vistos se hará un llagueado, en recuadros de lado no mayor que 3 m, para impedir agrietamientos. Se respetarán las juntas estructurales.

Se paralizará la ejecución en tiempo de heladas (comprobando el enfoscado al recomenzar el trabajo), en tiempo de lluvias si no está protegido y en tiempo seco o ventoso.

- Revocos:

Se habrán recibido los cercos de puertas y ventanas, bajantes, canalizaciones y demás elementos fijados a los paramentos.

Cuando se trate de revoco tendido con mortero de cemento: el mortero de revoco se aplicará con llana, comenzando por la parte superior del paramento; el espesor total del revoco no será inferior a 8 mm.

Cuando se trate de revoco proyectado con mortero de cemento: una vez aplicada una primera capa de mortero con el fratás de espesor no inferior a 3 mm, se proyectarán dos capas más, (manualmente con escobilla o mecánicamente) hasta conseguir un espesor total no inferior a 7 mm, continuando con sucesivas capas hasta conseguir la rugosidad deseada.

Cuando se trate de revoco tendido con mortero de cal o estuco: se aplicará con fratás una primera capa de mortero de cal de dosificación 1:4 con grano grueso, se deberá iniciar por la parte superior del paramento; una vez endurecida, se aplicará con el fratás otra capa de mortero de cal de dosificación 1:4 con el tipo de grano especificado. El espesor total del revoco no será inferior a 10 mm.

Cuando se trate de revoco proyectado con mortero preparado de resinas sintéticas: se aplicará el mortero manual o mecánicamente en sucesivas capas evitando las acumulaciones; la superficie a revestir se dividirá en paños no superiores a 10 m<sup>2</sup>. El espesor total del revoco no será inferior a 3 mm.

Cuando se trate de revoco tendido con mortero preparado de resinas sintéticas: se comenzará el tendido por la parte superior del paramento. El mortero se aplicará con llana y la superficie a revestir se dividirá en paños no superiores a 10 m<sup>2</sup>. El espesor del revoco no será inferior a 1 mm.

Cuando se trate de revoco con mortero preparado monocapa: En el caso de que se haya aplicado una capa regularizadora con el fin de mejorar la planeidad del soporte, se esperará al menos 7 días para su completo endurecimiento. Antes de empezar a aplicar el revestimiento, se replantearán y realizarán juntas de despiece con junquillos adheridos a la fachada con el propio mortero de base del monocapa. Las juntas de despiece horizontales se dispondrán cada 2,20 metros y las verticales cada 7 metros y tendrán un ancho entre 10 y 20 mm, se respetarán las juntas estructurales. Embutida entre dos capas de revestimiento, se colocará malla de fibra de vidrio tratada contra los álcalis en los puntos singulares (dinteles, forjados, etc.), cajas de persiana sobresaliendo un mínimo de 20 cm a cada lado con el cerramiento, huecos de ventana con tiras como mínimo de 20 por 40 cm colocadas en diagonal. Cuando haya encuentros entre soportes de distinta naturaleza se resolverán, marcando la junta o puenteando la unión y armando el revestimiento con mallas.

El mortero vendrá predosificado industrialmente. Se mezclará con agua y se aplicará en una única capa de unos 10 a 15 mm de espesor, si el espesor es mayor de 15 mm, se aplicarán 2 manos, dejando la primera con acabado rugoso. La aplicación se podrá hacer manual con llana o mediante proyección mecánica, con máquinas de proyección continuas o discontinuas. En caso de colocar refuerzos de malla de fibra de vidrio, de poliéster o metálica, se situará en el centro del espesor del revoco. La totalidad del material se aplicará en las mismas condiciones climáticas. Con temperaturas elevadas, viento o en climas muy secos, la superficie se humedecerá con manguera y difusor para impedir una desecación excesiva. A las 24 horas se retirarán los junquillos, una vez que el mortero empiece a endurecer y tenga la consistencia suficiente para que no se deforme la línea de junta.

Cuando la temperatura sea inferior a 0° C o superior a 30° C a la sombra, o en tiempo lluvioso cuando el paramento no esté protegido, se paralizará la ejecución. Se impedirán golpes o vibraciones que puedan afectar al mortero durante el fraguado. En ningún caso se permitirán los secados artificiales. Una vez transcurridas 24 horas desde su ejecución, se mantendrá húmeda la superficie revocada hasta que haya fraguado.

#### **2.8.2.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

- Guarnecidos:

La superficie a revestir con el guarnecido estará limpia y humedecida. El guarnecido sobre el que se aplique el enlucido estará fraguado y tener consistencia suficiente para no desprenderse al aplicar el enlucido, la superficie del guarnecido estará, además, rayada y limpia.

- Enfoscados:

Soportes admitidos: fábricas de ladrillos cerámicos o sílico-calcareos, bloques o paneles de hormigón, bloques cerámicos.

Soportes no admitidos: los que estén hidrofugados superficialmente o con superficies vitrificadas, pinturas, revestimientos plásticos o a base de yeso.

Las resistencias mecánicas del mortero, o sus coeficientes de dilatación, no serán superiores a los del soporte. Deberá existir compatibilidad con los componentes del mortero, tanto de sus características físicas como mecánicas: impedir reacciones entre el yeso del soporte y el cemento de componente de mortero.

Estabilidad (haber experimentado la mayoría de las retracciones). No degradable. Resistencia a la deformación. Capacidad limitada de absorción de agua.

Tendrá la porosidad y acciones capilares suficientes para conseguir la adhesión del mortero.

Si el grado de humedad: si es excesivo, no estará saturado para impedir falta de adherencia y producción de eflorescencias superficiales; si es bajo, según las condiciones ambientales, se mojará y se esperará a que absorba el agua;

Estará exento de polvo, trazas de aceite, etc. que perjudiquen la adherencia del mortero.

De no tener la suficiente rugosidad, se creará mediante picado o colocación con anclajes de malla metálica o plástico.

Regularidad. Si carece de ella, se aplicará una capa niveladora de mortero con rugosidad suficiente para conseguir adherencia; asimismo habrá endurecido y se humedecerá previamente a la ejecución del enfoscado.

Estará libre de sales solubles en agua (sulfatos, portlandita, etc.).

La fábrica soporte se dejará a junta degollada, barriéndose y regándose previamente a la aplicación del mortero.

En el caso de paramentos antiguos, se rascarán hasta descascarillarlos.

- Revocos:

Revoco con mortero preparado:

Sobre enfoscado: éste se limpiará y humedecerá.

En el caso de revocos monocapa sobre paramento sin revestir: el soporte será rugoso para facilitar la adherencia y se deberá garantizar la estabilidad, resistencia, planeidad y limpieza.

Para superficies excesivamente lisas se deberá proceder a un repicado o a la aplicación de una imprimación adecuada, ya sea sintética o a base de cemento. Los soportes muy absorbentes se tratarán con una imprimación previa que puede ser una emulsión añadida al agua de amasado. Los soportes que mezclen elementos de distinto acabado se tratarán para regularizar su distinta absorción.

Revoco con mortero hecho en obra de cemento o de cal: sobre superficie del enfoscado, donde el mortero habrá fraguado y la superficie estará limpia y humedecida.

#### **2.8.2.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.3.2., para conseguir una resistencia media a la filtración, el revestimiento continuo exterior tendrá un espesor de entre 10 y 15 mm. El espesor podrá ser de unos 10 a 20 mm, cuando se trate de revoco con mortero preparado monocapa.

#### **2.8.2.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Tipos:

- Guarnecidos:

Una vez fraguado el guarnecido, se procederá al enlucido con yeso fino terminado con llana, quedará a línea con la arista del guardavivos, se conseguirá un espesor de 3 mm.

- Enfoscados:

Hasta que el mortero haya fraguado se mantendrá húmeda la superficie enfoscada mediante riego directo, especialmente en tiempo caluroso, seco, o con vientos fuertes. El sistema de curado mediante regado podrá sustituirse mediante la protección con revestimiento plástico si se retiene la humedad inicial de la masa durante la primera fase de endurecimiento.

Cuando el enfoscado sirva de soporte a otra capa de revoco o estuco la textura, con o sin fratasar, será lo bastante rugosa. Los acabados podrán ser:

- Fratasado, en acabado como soporte a un enlucido, pintura rugosa o aplacado con piezas pequeñas recibidas con mortero o adhesivo.

- Bruñido, en acabado como soporte a una pintura lisa o revestimiento pegado de tipo ligero o flexible o en el caso de necesitarse un enfoscado más impermeable.

- Revocos:

Revoco tendido con mortero de cemento: Acabados repicado, raspado con rasqueta metálica, bruñido, a fuego o esgrafiado.

- Revoco tendido con mortero preparado de resinas sintéticas: Acabados pétreos con llana, raspado o picado con rodillo de esponja.

- Revoco tendido con mortero de cal o estuco: Acabados lavado con brocha y agua con o sin posterior picado, raspado con rasqueta metálica, alisado, bruñido o acabado con espátula.

- Revoco con mortero preparado monocapa: El acabado se realizará función de los pigmentos y la textura deseada (abujardado, bruñido, fratasado, lavado, etc.). Estos acabados se aplicando distintos tratamientos superficiales una vez aplicado el material, o bien por proyección de áridos y planchado de la piedra cuando el mortero aún está fresco.

#### **2.8.2.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se deberá proteger del sol y del viento, una vez ejecutado, para permitir la hidratación, fraguado y endurecimiento del cemento.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.8.2.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Se prestará especial atención en el control de ejecución de.

- Guarnecidos:

- Soporte: comprobación de que no esté completamente liso, deberá estar rugoso, rayado, picado o salpicado de mortero, de que no haya elementos metálicos en contacto y de que esté húmedo, en el caso de guarnecidos.

- Verificar la ejecución de maestras o disposición de guardavivos. Se verificará que no se añada agua después del amasado.

- Enfoscados:

- Soporte: estará limpio, rugoso y de adecuada resistencia, no podrá ser de yeso o de resistencia análoga o

- inferior a la de este. Idoneidad del mortero conforme al proyecto.
- Tiempo de utilización después de amasado. Planeidad con regla de 1 m.
- Disposición adecuada del maestreado.
- Revocos:
  - Soporte: la superficie deberá estar limpia y humedecida.
  - La dosificación del mortero se ajusta a lo especificado en proyecto. Ensayos y pruebas
- Para todo tipo de revestimiento:
  - Se realizará una prueba de escorrentía en exteriores durante dos horas.
- Enfoscados:
  - Verificar la planeidad con regla de 1 m.
- Guarnecidos:
  - Se verificará espesor según lo especificado en proyecto. Verificar planeidad con regla de 1 m.
  - Dureza superficial en guarnecidos y enlucidos >40 shore.
- Revocos:
  - Espesor, acabado y planeidad: defectos de planeidad superiores a 5 mm en 1 m. Comprobar, que se interrumpa el revoco en las juntas estructurales.

#### 2.8.2.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- Enfoscado:
 

m<sup>2</sup> de superficie de enfoscado realmente ejecutado, incluso preparación del soporte, incluyendo mochetas y dinteles y deduciéndose huecos.
- Guarnecido:
 

m<sup>2</sup> de guarnecido con o sin maestreado y enlucido, realizado con pasta de yeso sobre paramentos verticales u horizontales, acabado manual con llana, incluso limpieza y humedecido del soporte, deduciendo los huecos y desarrollando las mochetas.
- Revoco:
 

m<sup>2</sup> de revoco, con mortero, aplicado mediante tendido o proyectado en una o dos capas, incluso acabados y posterior limpieza.

#### 2.8.2.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra

##### Tipos:

- Guarnecidos: No se revestirán con yeso:
  - Las superficies de hormigón realizadas con encofrado metálico si previamente no se han dejado rugosas mediante rayado o salpicado con mortero.
  - Los paramentos de locales en los que la humedad relativa habitual sea superior al 70%, o aquellos que frecuentemente hayan de ser salpicados por agua, debido a la actividad que en ellos se desarrolle.
  - Las superficies metálicas, sin previamente revestirlas con una superficie de arcilla cocida.
- Conforme al CTE DB SE A, apartado 3, durabilidad, ha de prevenirse la corrosión del acero mediante una estrategia global que considere en forma jerárquica al edificio en su conjunto y especialmente, los detalles, evitando el contacto directo con yesos, etc.
- Enfoscados:
 

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, en fachadas, cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, será químicamente compatible con el aislante.

No son aptas para enfoscar:
 
    - Las superficies de yeso, ni las realizadas con resistencia análoga o inferior al yeso.
    - Las superficies metálicas que no hayan sido forradas previamente con piezas de arcilla cocida.

Para disminuir el riesgo de reacción con los iones sulfato procedentes de sales solubles en el aguan, que es posible que existan dentro de la obra de fábrica. Será recomendable el empleo de cementos resistentes a los sulfatos, de bajo contenido de aluminato tricálcico, para, que daría lugar al compuesto expansivo "ettringita", lo que alteraría la estabilidad del mortero. Asimismo, dichas sales solubles pueden cristalizar en los poros del mortero dando lugar a fisuraciones.

En ambientes con ciclos hielo-deshielo, se controlará la porosidad del mortero, (tipo de conglomerante, aditivos, cantidad de agua de amasado, grado de hidratación, sistema de preparación, etc.), para impedir que el agua acceda a su interior.

Con el fin de impedir la aparición de eflorescencias, manchas en la superficie del mortero por la precipitación y posterior cristalización de sales disueltas en agua, cuando se evapora, se controlará el contenido de sulfatos, nitratos, carbonatos alcalinos, cloruros alcalinos y de magnesio, e hidróxido de calcio carbonatado (portlandita), que son solubles en el agua de la obra de fábrica o su entorno. Además, se controlarán los factores que permitan la presencia de agua en la fábrica como son la humectación excesiva o una inadecuada protección, que permita el aporte excesivo de agua.

No se utilizarán áridos que contengan sulfuros oxidables, en caso de utilizar escorias siderúrgicas, se verificará que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. En morteros que incorporen armaduras, el contenido de iones cloruro en el mortero fresco no excederá del 0,1% de la masa de cemento seco, pues pueden influir en la corrosión de las armaduras, además en ese caso, se utilizarán aditivos anticongelantes no agresivos para estas armaduras, en especial los que contienen cloruros.

El agua utilizada para el riego y curado del mortero no contendrá sustancias nocivas para el mismo.

-Revocos:

El revoco con mortero preparado monocapa no se colocará sobre soportes incompatibles con el material (por ejemplo, de yeso), ni sobre soportes no adherentes, como amianto- cemento o metálicos.

Se colocarán refuerzos de o malla de fibra de vidrio, poliéster o metálica en los puntos singulares de la fachada, encuentros con estructura, dinteles, cajas de persiana...

#### 2.8.2.12. Verificaciones y pruebas de servicio

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.

- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

### 2.8.3. REVESTIMIENTOS DE YESO Y PERLITA

#### 2.8.3.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB HE 1, apartado 6, si forma parte de la envolvente térmica, se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos: conductividad térmica factor de resistencia a la difusión del vapor de agua densidad  $\rho$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>.

- Cemento común.
- Cal.
- Agua. Procedencia. Calidad.
- Aditivos: plastificante, hidrofugante, etc.
- Pigmentos para la coloración.
- Enlisonado y esquinas: podrán ser metálicas para enlucido exterior, interior, etc.
- Malla de refuerzo: material (armadura de fibra de vidrio, tela metálica, etc.). Paso de retícula. Espesor.
- Morteros para revoco y enlucido.
- Yeso para la construcción.

Aditivos de los morteros monocapa:

- retenedores de agua, que mejoran las condiciones de curado; hidrofugantes, para evitar que el revestimiento absorba un exceso de agua;
- aireantes, que contribuyen a la obtención de una masa de material con menor cantidad de agua, por tanto, más manejable;
- cargas ligeras aumentan la deformidad del material y reducen su peso del material y su módulo elástico;
- fibras, de origen natural o artificial, para mejorar la cohesión de la masa y su comportamiento frente a las deformaciones;
- pigmentos, que dan lugar a una extensa gama cromática.

Junquillos para juntas de trabajo o para despieces decorativos:

- Dimensiones.
- Sección.
- Material (madera, plástico, aluminio lacado o anodizado).

### 2.8.3.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales

Tipos:

- Mortero seco: En sacos o en silos compartimentados, estancos y aislados de la humedad, con amasado automático.
- Mortero predosificado: se dispondrá en silos compartimentados, estancos y aislados de la humedad, separándose el conglomerante y el árido.
- Mortero húmedo: el camión hormigonera lo depositará en cubilotes facilitados por el fabricante.
- Cemento: si el suministro es envasado, se dispondrán sobre palets, o plataforma similar, en lugar cubierto, con ventilación y protegido de la intemperie, humedad del suelo y paramentos. Si el suministro es a granel, se almacenará en silos o recipientes aislados de la humedad.

Generalmente, el tiempo máximo de almacenamiento será de tres, dos y un mes, para las clases resistentes de cemento 32,5, 42,5 y 52,5 o para morteros que contengan esos cementos.

- Cales aéreas (endurecen lentamente por la acción del CO<sub>2</sub> presente en el aire). Cal viva en polvo: se almacenará en depósitos o sacos de papel herméticos y en lugar seco para impedir su carbonatación. Cal aérea hidratada (apagada): se almacenará en depósitos herméticos, estancos a la acción del anhídrido carbónico, en lugar seco y protegido de corrientes de aire.
- Cales hidráulicas (fragan y endurecen con el agua): se conservarán en lugar seco y protegido de corrientes de aire para impedir su hidratación y posible carbonatación.

Se protegerán para que no se contaminen por el ambiente ni por el terreno, tomando las precauciones para impedir su segregación.

-Aditivos: se protegerán para impedir su contaminación ni la alteración de sus propiedades por factores físicos o químicos.

-Adiciones (cenizas volantes, humo de sílice): se almacenarán en silos y recipientes impermeables que los protejan de la humedad y la contaminación.

### 2.8.3.3. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

### 2.8.3.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Como recoge el DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. En el caso de que se obtengan mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

Ejecución

- Como criterios generales:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.3.3.1, las juntas de dilatación de la hoja principal, tendrán un sellante sobre un relleno introducido en la junta, que quedará enrasado con el paramento sin enfoscar.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.1.2, en muros de sótano en contacto con el terreno, según el tipo de muro, de impermeabilización y el grado de impermeabilidad exigido, se revestirá su cara interior con una capa de mortero hidrófugo sin revestir.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.3.2, en función de la existencia o no de revestimiento exterior y del grado de impermeabilidad, se exigirán las siguientes condiciones en las fachadas:

El revestimiento continuo exterior tendrá un espesor de entre 10 y 15 mm, excepto los acabados con una capa plástica delgada, para conseguir una resistencia media a la filtración, adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad; permeabilidad al vapor suficiente para impedir su deterioro por acumulación de vapor entre él y la hoja principal y adaptación a los movimientos del soporte. En el caso de instalación del aislante por el exterior de la hoja principal de la fachada, se colocará una armadura de malla de fibra de vidrio o de poliéster, con el fin de mejorar el comportamiento frente a la fisuración.

Para conseguir una resistencia media a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal, el enfoscado de mortero tendrá un espesor mínimo de 10 mm; para conseguir una resistencia alta a la filtración, el enfoscado de mortero llevará aditivos hidrofugantes con un espesor mínimo de 15 mm.

Para conseguir una resistencia muy alta a la filtración de la barrera contra la penetración del agua, se dispondrá un revestimiento continuo intermedio en la cara interior de la hoja principal, con las siguientes características: estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo; adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad; permeabilidad

suficiente al vapor para impedir su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal; adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, (que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo); estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.

Otras acciones para conseguir una resistencia muy alta a la filtración: el revestimiento continuo exterior tendrá estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo; adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad; permeabilidad al vapor suficiente para impedir su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal; adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, (que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo); estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.

- Conforme al CTE DB HS 1 apartado 2.1.2. Si el muro en contacto con el terreno, para conseguir una impermeabilización tipo I1 y se impermeabiliza mediante aplicaciones líquidas, la capa protectora podrá ser un mortero reforzado con una armadura. Cuando el muro sea de fábrica para conseguir una impermeabilización tipo I3, se recubrirá por su cara interior con un revestimiento hidrófugo, como una capa de mortero hidrófugo sin revestir.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.1.3.1 Cuando el muro se impermeabilice por el interior, sobre la barrera impermeable colocada en los arranques de fachada, se dispondrá una capa de mortero de regulación de 2 cm de espesor como mínimo.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.1.3.6. Las juntas horizontales de los muros de hormigón prefabricado podrán sellarse con mortero hidrófugo de baja retracción. Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.3. Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados se dispondrá un refuerzo del revestimiento exterior con mallas dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.4. En fachadas con revestimiento continuo, si la hoja principal está interrumpida por los pilares, se reforzará el revestimiento con armaduras colocadas a lo largo del pilar de forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.4.3.5. En cubiertas, cuando se disponga una capa de protección, y la cubierta no sea transitable, se podrá utilizar mortero que conforme una capa resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas y con peso suficiente para contrarrestar la succión del viento.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.4.3.5.2 Solado fijo. Podrá ser de capa de mortero o mortero filtrante.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.4.3.5.4 Capa de rodadura. Cuando el aglomerado asfáltico se vierta sobre una capa de mortero dispuesta sobre la impermeabilización, se colocará entre estas dos capas una capa separadora de mortero para impedir la adherencia entre ellas de 4 cm de espesor como máximo y armada de tal manera que se evite su fisuración. Esta capa de mortero se aplicará sobre el impermeabilizante en los puntos singulares que se encuentren impermeabilizados.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.2 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical. Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, éste podrá realizarse con mortero en bisel con un ángulo de 30º con la horizontal y redondeándose la arista del paramento.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.1.3. Condiciones del revestimiento hidrófugo de mortero: el paramento donde se va aplicar el revestimiento estará limpio. Se aplicarán al menos cuatro capas de revestimiento de espesor uniforme y el espesor total no será mayor que 2 cm. No se aplicará el revestimiento cuando la temperatura ambiente sea menor que 0º C ni cuando se prevea un descenso de la misma por debajo de dicho valor en las 24 horas posteriores a su aplicación. En los encuentros se solaparán las capas del revestimiento al menos 25 cm.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.3.2. Condiciones del revestimiento intermedio: se dispondrá adherido al elemento que sirve de soporte y aplicarse de manera uniforme sobre éste.
- Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 5.1.3.5. Condiciones del revestimiento exterior. Se dispondrá adherido o fijado al elemento que sirve de soporte.
- Conforme al CTE DB HR, apartado 5.1.1.1, en elementos de separación verticales con bandas elásticas (tipo 2) cuyo acabado superficial sea un enlucido, deberán impedirse los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva bandas elásticas en su perímetro y el enlucido del techo en su encuentro con el forjado superior, para ello, se prolongará la banda elástica o se ejecutará un corte entre ambos enlucidos. Para rematar la junta, podrán utilizarse cintas de celulosa microperforada.

Además de la misma manera, deberán impedirse los contactos entre el enlucido del tabique o de la hoja interior de fábrica de la fachada que lleven bandas elásticas en su encuentro con un elemento de separación vertical de una hoja de fábrica (Tipo 1, conforme al DB HR) y el enlucido de ésta. También se impedirán los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva bandas elásticas en su perímetro y el enlucido de la hoja principal de las fachadas de una sola hoja, ventiladas o con el aislamiento por el exterior.

- Guarnecidos:

Previamente al revestido, se habrán recibido los cercos de puertas y ventanas y repasado la pared, tapando los desperfectos que pudiera haber; asimismo se habrán recibido los ganchos y repasado el techo. Los muros exteriores estarán terminados, incluso el revestimiento exterior si lo lleva, así como la cubierta del edificio o al menos tres forjados sobre la planta en que se va a realizar el guarnecido.

No se realizará el guarnecido cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5° C.

En las aristas verticales de esquina se colocarán guardavivos, aplomándolos y punteándolos con pasta de yeso en su parte perforada. Una vez colocado se realizará una maestra a cada uno de sus lados.

Cuando se trate de guarnecido maestreado, se ejecutarán maestras de yeso a base de bandas de al menos 12 mm de espesor, en rincones, esquinas y guarniciones de huecos de paredes, en todo el perímetro del techo y en un mismo paño cada 3 m como mínimo.

La pasta de yeso se utilizará inmediatamente después de su amasado, sin adición posterior de agua. Se aplicará la pasta entre maestras, apretándola contra la superficie, hasta enrasar con ellas. El espesor del guarnecido será de 12 mm y se cortará en las juntas estructurales del edificio. Cuando el espesor del guarnecido sea superior a 15 mm, se realizará por capas sucesivas de este espesor máximo, previo fraguado de la anterior, terminada rayada para mejorar la adherencia. Se impedirán los golpes y vibraciones que puedan afectar a la pasta durante su fraguado.

- Enfoscados:

Se habrán recibido los cercos de puertas y ventanas, bajantes, canalizaciones y demás elementos fijados a los paramentos. Para enfoscados exteriores estará terminada la cubierta.

Se humedecerá el soporte, previamente limpio. Habrá fraguado el mortero u hormigón del soporte a revestir. En caso de haber discontinuidades en el soporte, se colocará un refuerzo de tela metálica en la junta, tensa y fijada con un solape mínimo de 10 cm a cada lado.

No se confeccionará el mortero cuando la temperatura del agua de amasado sea inferior a 5° C o superior a 40° C. Se utilizarán aditivos anticongelantes si así lo requiere el clima. Se amasará exclusivamente la cantidad que se vaya a necesitar.

Enfoscados sin maestrear: se dispondrán en paramentos donde el enfoscado vaya a quedar oculto o donde la planeidad final se obtenga con un revoco, estuco o plaqueado. Cuando se trate de enfoscados maestreados: se dispondrán maestras verticales formadas por bandas de mortero, formando arista en esquinas, rincones y guarniciones de hueco de paramentos verticales y en todo el perímetro del techo con separación no superior a 1 m en cada paño. Se aplicará el mortero entre maestras hasta conseguir un espesor de 15 mm; cuando sea se realizará por capas sucesivas. Si una capa de enfoscado se forma a base de varias pasadas de un mismo mortero fresco sobre fresco, cada pasada se aplicará después de iniciar a endurecer la anterior.

En enfoscados exteriores vistos se hará un llagueado, en recuadros de lado no mayor que 3 m, para impedir agrietamientos. Se respetarán las juntas estructurales.

Se paralizará la ejecución en tiempo de heladas (comprobando el enfoscado al recomenzar el trabajo), en tiempo de lluvias si no está protegido y en tiempo seco o ventoso.

- Revocos:

Se habrán recibido los cercos de puertas y ventanas, bajantes, canalizaciones y demás elementos fijados a los paramentos.

Cuando se trate de revoco tendido con mortero de cemento: el mortero de revoco se aplicará con llana, comenzando por la parte superior del paramento; el espesor total del revoco no será inferior a 8 mm.

Cuando se trate de revoco proyectado con mortero de cemento: una vez aplicada una primera capa de mortero con el fratas de espesor no inferior a 3 mm, se proyectarán dos capas más, (manualmente con escobilla o mecánicamente) hasta conseguir un espesor total no inferior a 7 mm, continuando con sucesivas capas hasta conseguir la rugosidad deseada.

Cuando se trate de revoco tendido con mortero de cal o estuco: se aplicará con fratas una primera capa de mortero de cal de dosificación 1:4 con grano grueso, se deberá iniciar por la parte superior del paramento; una vez endurecida, se aplicará con el fratas otra capa de mortero de cal de dosificación 1:4 con el tipo de grano especificado. El espesor total del revoco no será inferior a 10 mm.

Cuando se trate de revoco proyectado con mortero preparado de resinas sintéticas: se aplicará el mortero manual o mecánicamente en sucesivas capas evitando las acumulaciones; la superficie a revestir se dividirá en paños no superiores a 10 m<sup>2</sup>. El espesor total del revoco no será inferior a 3 mm.

Cuando se trate de revoco tendido con mortero preparado de resinas sintéticas: se comenzará el tendido por la parte superior del paramento. El mortero se aplicará con llana y la superficie a revestir se dividirá en paños no superiores a 10 m<sup>2</sup>. El espesor del revoco no será inferior a 1 mm.

Cuando se trate de revoco con mortero preparado monocapa: En el caso de que se haya aplicado una capa regularizadora con el fin de mejorar la planeidad del soporte, se esperará al menos 7 días para su completo endurecimiento. Antes de empezar a aplicar el revestimiento, se replantearán y realizarán juntas de despiece con junquillos adheridos a la fachada con el propio mortero de base del monocapa. Las juntas de despiece horizontales se dispondrán cada 2,20 metros y las verticales cada 7 metros y tendrán un ancho entre 10 y 20 mm, se respetarán las juntas estructurales. Embutida entre dos capas de revestimiento, se colocará malla de fibra de vidrio tratada contra los álcalis en los puntos singulares (dinteles, forjados, etc.), cajas de persiana sobresaliendo un mínimo de 20 cm a cada lado con el cerramiento, huecos de ventana con tiras como mínimo de 20 por 40 cm colocadas en diagonal. Cuando haya encuentros entre soportes de distinta naturaleza se resolverán, marcando la junta o puenteando la unión y



armando el revestimiento con mallas.

El mortero vendrá predosificado industrialmente. Se mezclará con agua y se aplicará en una única capa de unos 10 a 15 mm de espesor, si el espesor es mayor de 15 mm, se aplicarán 2 manos, dejando la primera con acabado rugoso. La aplicación se podrá hacer manual con llana o mediante proyección mecánica, con máquinas de proyección continuas o discontinuas. En caso de colocar refuerzos de malla de fibra de vidrio, de poliéster o metálica, se situará en el centro del espesor del revoco. La totalidad del material se aplicará en las mismas condiciones climáticas. Con temperaturas elevadas, viento o en climas muy secos, la superficie se humedecerá con manguera y difusor para impedir una desecación excesiva. A las 24 horas se retirarán los junquillos, una vez que el mortero empiece a endurecer y tenga la consistencia suficiente para que no se deforme la línea de junta.

Cuando la temperatura sea inferior a 0° C o superior a 30° C a la sombra, o en tiempo lluvioso cuando el paramento no esté protegido, se paralizará la ejecución. Se impedirán golpes o vibraciones que puedan afectar al mortero durante el fraguado. En ningún caso se permitirán los secados artificiales. Una vez transcurridas 24 horas desde su ejecución, se mantendrá húmeda la superficie revocada hasta que haya fraguado.

#### **2.8.3.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

- Guarnecidos:

La superficie a revestir con el guarnecido estará limpia y humedecida. El guarnecido sobre el que se aplique el enlucido estará fraguado y tener consistencia suficiente para no desprenderse al aplicar el enlucido, la superficie del guarnecido estará, además, rayada y limpia.

- Enfoscados:

Soportes admitidos: fábricas de ladrillos cerámicos o sílico-calcareos, bloques o paneles de hormigón, bloques cerámicos.

Soportes no admitidos: los que estén hidrofugados superficialmente o con superficies vitrificadas, pinturas, revestimientos plásticos o a base de yeso.

Las resistencias mecánicas del mortero, o sus coeficientes de dilatación, no serán superiores a los del soporte. Deberá existir compatibilidad con los componentes del mortero, tanto de sus características físicas como mecánicas: impedir reacciones entre el yeso del soporte y el cemento de componente de mortero.

Estabilidad (haber experimentado la mayoría de las retracciones). No degradable. Resistencia a la deformación. Capacidad limitada de absorción de agua.

Tendrá la porosidad y acciones capilares suficientes para conseguir la adhesión del mortero.

Si el grado de humedad: si es excesivo, no estará saturado para impedir falta de adherencia y producción de eflorescencias superficiales; si es bajo, según las condiciones ambientales, se mojará y se esperará a que absorba el agua;

Estará exento de polvo, trazas de aceite, etc. que perjudiquen la adherencia del mortero.

De no tener la suficiente rugosidad, se creará mediante picado o colocación con anclajes de malla metálica o plástico.

Regularidad. Si carece de ella, se aplicará una capa niveladora de mortero con rugosidad suficiente para conseguir adherencia; asimismo habrá endurecido y se humedecerá previamente a la ejecución del enfoscado.

Estará libre de sales solubles en agua (sulfatos, portlandita, etc.).

La fábrica soporte se dejará a junta degollada, barriéndose y regándose previamente a la aplicación del mortero. En el caso de paramentos antiguos, se rascará hasta descascarillarlos.

- Revocos:

Revoco con mortero preparado:

Sobre enfoscado: éste se limpiará y humedecerá.

En el caso de revocos monocapa sobre paramento sin revestir: el soporte será rugoso para facilitar la adherencia y se deberá garantizar la estabilidad, resistencia, planeidad y limpieza.

Para superficies excesivamente lisas se deberá proceder a un repicado o a la aplicación de una imprimación adecuada, ya sea sintética o a base de cemento. Los soportes muy absorbentes se tratarán con una imprimación previa que puede ser una emulsión añadida al agua de amasado. Los soportes que mezclen elementos de distinto acabado se tratarán para regularizar su distinta absorción.

Revoco con mortero hecho en obra de cemento o de cal: sobre superficie del enfoscado, donde el mortero habrá fraguado y la superficie estará limpia y humedecida.

#### **2.8.3.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.3.2., para conseguir una resistencia media a la filtración, el revestimiento continuo exterior tendrá un espesor de entre 10 y 15 mm. El espesor podrá ser de unos 10 a 20 mm, cuando se trate de revoco con mortero preparado monocapa,

#### **2.8.3.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Tipos:

- Guarnecidos:

Una vez fraguado el guarnecido, se procederá al enlucido con yeso fino terminado con llana, quedará a línea con la

arista del guardavivos, se conseguirá un espesor de 3 mm.

- Enfoscados:

Hasta que el mortero haya fraguado se mantendrá húmeda la superficie enfoscada mediante riego directo, especialmente en tiempo caluroso, seco, o con vientos fuertes. El sistema de curado mediante regado podrá sustituirse mediante la protección con revestimiento plástico si se retiene la humedad inicial de la masa durante la primera fase de endurecimiento.

Cuando el enfoscado sirva de soporte a otra capa de revoco o estuco la textura, con o sin fratasar, será lo bastante rugosa. Los acabados podrán ser:

- Fratasado, en acabado como soporte a un enlucido, pintura rugosa o aplacado con piezas pequeñas recibidas con mortero o adhesivo.

- Bruñido, en acabado como soporte a una pintura lisa o revestimiento pegado de tipo ligero o flexible o en el caso de necesitarse un enfoscado más impermeable.

- Revocos:

Revoco tendido con mortero de cemento: Acabados repicado, raspado con rasqueta metálica, bruñido, a fuego o esgrafiado.

- Revoco tendido con mortero preparado de resinas sintéticas: Acabados pétreos con llana, raspado o picado con rodillo de esponja.

- Revoco tendido con mortero de cal o estuco: Acabados lavado con brocha y agua con o sin posterior picado, raspado con rasqueta metálica, alisado, bruñido o acabado con espátula.

- Revoco con mortero preparado monocapa: El acabado se realizará función de los pigmentos y la textura deseada (abujardado, bruñido, fratasado, lavado, etc.). Estos acabados se aplicando distintos tratamientos superficiales una vez aplicado el material, o bien por proyección de áridos y planchado de la piedra cuando el mortero aún está fresco.

#### **2.8.3.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se deberá proteger del sol y del viento, una vez ejecutado, para permitir la hidratación, fraguado y endurecimiento del cemento.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.8.3.9. CONTROL DE EJECUCIÓN, ENSAYOS Y PRUEBAS DE UNIDADES DE OBRA**

Control de ejecución

Se prestará especial atención en el control de ejecución de.

- Guarnecidos:

- Soporte: comprobación de que no esté completamente liso, deberá estar rugoso, rayado, picado o salpicado de mortero, de que no haya elementos metálicos en contacto y de que esté húmedo, en el caso de guarnecidos.
- Verificar la ejecución de maestras o disposición de guardavivos. Se verificará que no se añada agua después del amasado.

- Enfoscados:

- Soporte: estará limpio, rugoso y de adecuada resistencia, no podrá ser de yeso o de resistencia análoga o inferior a la de este. Idoneidad del mortero conforme al proyecto.
- Tiempo de utilización después de amasado. Planeidad con regla de 1 m.
- Disposición adecuada del maestreado.

- Revocos:

- Soporte: la superficie deberá estar limpia y humedecida.
- La dosificación del mortero se ajusta a lo especificado en proyecto. Ensayos y pruebas

- Para todo tipo de revestimiento:

- Se realizará una prueba de escorrentía en exteriores durante dos horas.

- Enfoscados:

- Verificar la planeidad con regla de 1 m.

-Guarnecidos:

- Se verificará espesor según lo especificado en proyecto. Verificar planeidad con regla de 1 m.
- Dureza superficial en guarnecidos y enlucidos >40 shore.

- Revocos:

- Espesor, acabado y planeidad: defectos de planeidad superiores a 5 mm en 1 m. Comprobar, que se interrumpa el revoco en las juntas estructurales.

#### **2.8.3.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

**-Enfoscado:**

m<sup>2</sup> de superficie de enfoscado realmente ejecutado, incluso preparación del soporte, incluyendo mochetas y dinteles y deduciéndose huecos.

**-Guarnecido:**

m<sup>2</sup> de guarnecido con o sin maestreado y enlucido, realizado con pasta de yeso sobre paramentos verticales u horizontales, acabado manual con llana, incluso limpieza y humedecido del soporte, deduciendo los huecos y desarrollando las mochetas.

**-Revoco:**

m<sup>2</sup> de revoco, con mortero, aplicado mediante tendido o proyectado en una o dos capas, incluso acabados y posterior limpieza.

### **2.8.3.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

**Tipos:**

-Guarnecidos: No se revestirán con yeso:

-Las superficies de hormigón realizadas con encofrado metálico si previamente no se han dejado rugosas mediante rayado o salpicado con mortero.

-Los paramentos de locales en los que la humedad relativa habitual sea superior al 70%, o aquellos que frecuentemente hayan de ser salpicados por agua, debido a la actividad que en ellos se desarrolle.

-Las superficies metálicas, sin previamente revestirlas con una superficie de arcilla cocida.

Conforme al CTE DB SE A, apartado 3, durabilidad, ha de prevenirse la corrosión del acero mediante una estrategia global que considere en forma jerárquica al edificio en su conjunto y especialmente, los detalles, evitando el contacto directo con yesos, etc.

**-Enfoscados:**

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, en fachadas, cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, será químicamente compatible con el aislante.

No son aptas para enfoscar:

Las superficies de yeso, ni las realizadas con resistencia análoga o inferior al yeso.

Las superficies metálicas que no hayan sido forradas previamente con piezas de arcilla cocida.

Para disminuir el riesgo de reacción con los iones sulfato procedentes de sales solubles en el agua, que es posible que existan dentro de la obra de fábrica. Será recomendable el empleo de cementos resistentes a los sulfatos, de bajo contenido de aluminato tricálcico, para, que daría lugar al compuesto expansivo "ettringita", lo que alteraría la estabilidad del mortero. Asimismo, dichas sales solubles pueden cristalizar en los poros del mortero dando lugar a fisuraciones.

En ambientes con ciclos hielo-deshielo, se controlará la porosidad del mortero, (tipo de conglomerante, aditivos, cantidad de agua de amasado, grado de hidratación, sistema de preparación, etc.), para impedir que el agua acceda a su interior.

Con el fin de impedir la aparición de eflorescencias, manchas en la superficie del mortero por la precipitación y posterior cristalización de sales disueltas en agua, cuando se evapora, se controlará el contenido de sulfatos, nitratos, carbonatos alcalinos, cloruros alcalinos y de magnesio, e hidróxido de calcio carbonatado (portlandita), que son solubles en el agua de la obra de fábrica o su entorno. Además, se controlarán los factores que permitan la presencia de agua en la fábrica como son la humectación excesiva o una inadecuada protección, que permita el aporte excesivo de agua.

No se utilizarán áridos que contengan sulfuros oxidables, en caso de utilizar escorias siderúrgicas, se verificará que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. En morteros que incorporen armaduras, el contenido de iones cloruro en el mortero fresco no excederá del 0,1% de la masa de cemento seco, pues pueden influir en la corrosión de las armaduras, además en ese caso, se utilizarán aditivos anticongelantes no agresivos para estas armaduras, en especial los que contienen cloruros.

El agua utilizada para el riego y curado del mortero no contendrá sustancias nocivas para el mismo.

**-Revocos:**

El revoco con mortero preparado monocapa no se colocará sobre soportes incompatibles con el material (por ejemplo, de yeso), ni sobre soportes no adherentes, como amianto- cemento o metálicos.

Se colocarán refuerzos de o malla de fibra de vidrio, poliéster o metálica en los puntos singulares de la fachada, encuentros con estructura, dinteles, cajas de persiana...

### **2.8.3.12. Verificaciones y pruebas de servicio**

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del

DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

#### **2.8.4. TRAMPILLAS Y REGISTROS FALSO TECHO**

##### **2.8.4.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Se verificarán que se corresponden con las especificadas en proyecto. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>. Los materiales utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por: la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en kPa·s/m<sup>2</sup>, obtenida según UNE-EN 29053, en materiales de relleno de las cámaras de los elementos constructivos de separación y el coeficiente de absorción acústica, al menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio  $m$ , en el caso de materiales utilizados como absorbentes acústicos. Si no se conoce el valor del coeficiente de absorción acústica medio  $m$ , podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado,  $w$ .

- Panel de escayola, con distintos tipos de acabado: con cara exterior lisa o en relieve, con/sin fisurado y/o material acústico incorporado, etc. Las placas de escayola no presentarán una humedad superior al 10% en peso, en el momento de su colocación.

- Techos suspendidos.

- Placas o paneles:

- Placas de yeso laminado con/sin cara vista revestida por lámina vinílica. Espesor mínimo 1 placa: 15 mm. Espesor mínimo 2 o más placas: 2x12,5 mm. Placas de escayola.
- Paneles metálicos, de chapa de aluminio, (espesor mínimo de chapa 0,30 mm, espesor mínimo del anodizado, 15 micras), chapa de acero cincado lacado, etc. con acabado perforado, liso o en rejilla, con o sin material absorbente acústico incorporado.
- Placa de fibras vegetales unidas por un conglomerante: será incombustible y estará tratada contra la pudrición y los insectos.
- Placa rígida de conglomerado de lana mineral u otro material absorbente acústico.
- Paneles de tablero contrachapado.
- Lamas de madera, aluminio, etc.

- Estructura de armado de placas para techos continuos:

- Estructura de perfiles de acero galvanizado o aluminio con acabado anodizado (espesor mínimo 10 micras), longitudinales y transversales.

Sistema de fijación:

- Elemento de suspensión: podrá ser mediante varilla roscada de acero galvanizado con gancho cerrado en ambos extremos, perfiles metálicos galvanizados, tirantes de reglaje rápido, etc.

- Elemento de fijación al forjado:

- Mediante clavo de acero galvanizado fijado mediante tiro de pistola y gancho con tuerca, etc. si es de hormigón. Mediante taco de material sintético y hembrilla roscada de acero galvanizado, etc. Si son bloques de entrevigado. Mediante abrazadera de chapa galvanizada, etc. Si son viguetas.
- Mediante pasta de escayola y fibras vegetales o sintéticas. Cuando el elemento de suspensión sean cañas.

- Elemento de fijación a placa: podrá ser mediante alambre de acero recocido y galvanizado, pella de escayola y fibras vegetales o sintéticas, perfiles laminados anclados al forjado, con o sin perfilera secundaria de suspensión, y tornillería para la sujeción de las placas, etc., para techos continuos. Para techos registrables, podrá ser mediante perfil en T de aluminio o chapa de acero galvanizada, perfil en U con pinza a presión, etc., pudiendo quedar visto u oculto.

- Material de juntas entre planchas para techos continuos: podrá ser de pasta de escayola (80 l de agua por cada 100 kg de escayola) y fibras vegetales o sintéticas, etc.

- Elementos decorativos: molduras o florones de escayola, fijados con pegamento cola, etc.

Los materiales se acopiarán a cubierto, protegiéndolos de la intemperie.

Se evitará la manipulación en horizontal, trasladándose las placas en vertical o de canto.

Para colocar las placas habrá que realizar los ajustes previamente a su colocación, evitando forzarlas para que encajen en su sitio.

##### **2.8.4.2. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

### 2.8.4.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Como se recoge en el DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. De obtenerse mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

#### Ejecución

Se tomarán los niveles en todos los locales objeto de actuación, y se marcará la altura de forma indeleble en todos los paramentos y elementos singulares y/o sobresalientes de los mismos.

Como indica el DB HR, los falsos techos no serán continuos entre dos recintos pertenecientes a unidades de uso diferentes. Cuando el techo suspendido acometa a un elemento de separación vertical entre unidades de uso diferentes, la cámara de aire entre el forjado y el techo suspendido deberá interrumpirse o cerrarse.

En el caso de que discurran conductos de instalaciones por el techo suspendido, deberá impedirse que dichos conductos conecten rígidamente las capas que forman el techo y el forjado.

Siempre que en el techo hubiera luminarias empotradas, éstas no deberán formar una conexión rígida entre las placas del techo y el forjado y su ejecución no deberá disminuir el aislamiento acústico inicialmente previsto.

Si los techos suspendidos dispusieran de un material absorbente en la cámara, éste deberá rellenar de forma continua toda la superficie de la cámara y reposar en el dorso de las placas y zonas superiores de la estructura portante. Además, es conveniente que el material absorbente suba hasta el forjado por todos los lados del plenum.

Deberán sellarse todas las juntas perimétricas o cerrarse el plenum del techo suspendido o el suelo registrable, especialmente los encuentros con elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes.

#### -Techos continuos:

Se dispondrán un mínimo de 3 elementos de suspensión, por m<sup>2</sup>. No estarán alineados y se colocarán uniformemente repartidos.

Cuando se trate de un sistema industrializado, se dispondrá la estructura sustentante anclada al forjado y atornillada a la perfilera secundaria (si existe), así como a la perimetral. Las placas se atornillarán perpendicularmente a la perfilera y alternadas. Es conveniente utilizar amortiguadores que eviten la conexión rígida entre él y el techo original.

Cuando se trate de fijaciones metálicas y varillas suspensoras, éstas se dispondrán verticales y el atado se realizará con doble alambre de diámetro mínimo 0,70 mm. Cuando se trate de fijación con cañas, éstas se recibirán con pasta de escayola (en la proporción de 80 l de agua por 100 kg de escayola) y fibras vegetales o sintéticas. Estas fijaciones podrán disponerse en cualquier dirección.

Cuando se trate de planchas de escayola, éstas se dispondrán sobre reglones que permitan su nivelación, colocando las uniones longitudinalmente en el sentido de la luz rasante, y las uniones transversales alternadas.

Las planchas perimetrales estarán separadas 5 mm de los paramentos verticales.

Las juntas de dilatación se dispondrán cada 10 m y se formarán con un trozo de plancha recibida con pasta de escayola a uno de los lados y libre en el otro. Si el techo tiene trampillas de registro, las juntas perimetrales de dichas trampillas deberán ser herméticas.

Si se hubieran proyectado 2 o más placas para formar el falso techo, cada una de las placas se colocará contrapeada respecto a las placas de la fase anterior.

#### -Techos registrables:

Las varillas roscadas que se usen como elementos de arriostramiento, se colocarán entre dos perfiles del entramado, mediante manguitos; la distancia entre varillas roscadas no será superior a 120 cm.

Las varillas roscadas que se usen como elemento de suspensión, se unirán por el extremo superior a la fijación y por el extremo inferior al perfil del entramado, mediante una tuerca.

Los perfiles que forman el entramado y los perfiles de remate se situarán convenientemente nivelados, a las distancias que determinen las dimensiones de las placas y a la altura prevista en todo el perímetro; los perfiles de remate se fijarán mediante tacos y tornillos de cabeza plana, distanciados un máximo de 50 cm entre sí.

La colocación de las placas se comenzará por el perímetro, apoyando las placas sobre el ángulo de chapa y sobre los perfiles del entramado.

Cuando se trate de placas acústicas metálicas, su colocación se comenzará por el perímetro transversalmente al perfil U, apoyadas por un extremo en el elemento de remate y fijadas al perfil U mediante pinzas, cuya suspensión se reforzará con un tornillo de cabeza plana del mismo material que las placas.

### 2.8.4.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra

#### Soporte

Previo al inicio de la colocación del falso techo se habrán dispuesto, fijado y terminado todas las instalaciones situadas debajo del forjado. Las instalaciones que deban quedar ocultas se habrán sometido a las pruebas precisas para su correcto funcionamiento. Preferiblemente se habrán ejecutado las particiones (cuando se trate de elementos de separación entre unidades de uso diferentes, conforme al DB HR, deberá ejecutarse primero el elemento de separación vertical y después el techo), la carpintería de huecos exteriores con sus acristalamientos y cajas de persianas.

### 2.8.4.5. Condiciones de terminación de unidades de obra

El falso techo quedará limpio, con su superficie plana y al nivel previsto. El conjunto quedará estable e indeformable.

Las uniones entre planchas se rellenarán con fibras vegetales o sintéticas y pasta de escayola, (en la proporción de 80 l de agua por cada 100 kg de escayola), y se acabarán interiormente con pasta de escayola en una proporción de 100 l de agua por cada 100 kg de escayola.

Para la colocación de luminarias, o cualquier otro elemento, se respetará la modulación de las placas, suspensiones y arriostramientos. Previo a ejecutar cualquier tipo de trabajos en el falso techo, se esperará al menos 24 horas.

#### **2.8.4.6. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Se prestará especial atención en el control de ejecución de.

- Previo a la ejecución:

Se verificará que los materiales que componen el cerramiento se encuentran en correcto estado y no existen roturas en las placas.

Se verificará que ya están ejecutados todos los cerramientos verticales que delimitan el recinto, y éstos llegan hasta el forjado. Dichos cerramientos verticales deberán tener el revestimiento que se indica en proyecto, incluso en la zona que va a quedar tapada por el techo suspendido.

- Ejecución:

Se verificará el relleno de uniones y acabados. No se admitirán defectos aparentes de relleno de juntas o su acabado. Se verificará que la humedad de las placas es menor del 10%.

Se verificarán las fijaciones en tacos, abrazaderas, ataduras y varillas. La perfilera o elementos de fijación del techo suspendido se colocan según se indica en proyecto (amortiguados o no).

Se verificará que la separación entre planchas y paramentos es menor de 5 mm.

Se verificará que los conductos de instalaciones no reposan sobre las placas de yeso laminado. Las perforaciones para el paso de instalaciones se ejecutan únicamente en el punto de salida y según se indica en proyecto.

Suspensión y arriostramiento. La separación entre varillas suspensoras y entre varillas de arriostramiento, será inferior a 1,25 m. No se admitirá un atado deficiente de las varillas de suspensión, ni habrá menos de 3 varillas por m<sup>2</sup>.

Se verificará que, en caso de colocarse dos o más fases de placas de yeso, la segunda fase se ha anclado de forma contrapeada con respecto a la fase anterior. Se verificará la planeidad en todas las direcciones con regla de 2 m. Los errores en la planeidad no serán superiores a 4 mm.

Se verificará la nivelación. La pendiente del techo no será superior a 0,50%.

Las cajas los mecanismos eléctricos y luminarias son apropiadas para las placas de yeso laminado.

#### **2.8.4.7. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m<sup>2</sup> de superficie realmente ejecutada de falso techo, incluso parte proporcional de elementos de suspensión, entramados, soportes.
- ml de moldura perimetral. ud elemento decorativo.

#### **2.8.4.8. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

#### **2.8.4.9. Verificaciones y pruebas de servicio**

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

### **2.8.5. VARIOS FALSOS TECHOS**

### 2.8.5.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Se verificarán que se corresponden con las especificadas en proyecto. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $\text{kg/m}^2$ . Los materiales utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por: la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en  $\text{kPa}\cdot\text{s/m}^2$ , obtenida según UNE-EN 29053, en materiales de relleno de las cámaras de los elementos constructivos de separación y el coeficiente de absorción acústica, al menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio  $m$ , en el caso de materiales utilizados como absorbentes acústicos. Si no se conoce el valor del coeficiente de absorción acústica medio  $m$ , podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado,  $w$ .

- Panel de escayola, con distintos tipos de acabado: con cara exterior lisa o en relieve, con/sin fisurado y/o material acústico incorporado, etc. Las placas de escayola no presentarán una humedad superior al 10% en peso, en el momento de su colocación.

- Techos suspendidos.

- Placas o paneles:

- Placas de yeso laminado con/sin cara vista revestida por lámina vinílica. Espesor mínimo 1 placa: 15 mm. Espesor mínimo 2 o más placas: 2x12,5 mm. Placas de escayola.
- Paneles metálicos, de chapa de aluminio, (espesor mínimo de chapa 0,30 mm, espesor mínimo del anodizado, 15 micras), chapa de acero cincado lacado, etc. con acabado perforado, liso o en rejilla, con o sin material absorbente acústico incorporado.
- Placa de fibras vegetales unidas por un conglomerante: será incombustible y estará tratada contra la pudrición y los insectos.
- Placa rígida de conglomerado de lana mineral u otro material absorbente acústico.
- Paneles de tablero contrachapado.
- Lamas de madera, aluminio, etc.

- Estructura de armado de placas para techos continuos:

- Estructura de perfiles de acero galvanizado o aluminio con acabado anodizado (espesor mínimo 10 micras), longitudinales y transversales.

Sistema de fijación:

- Elemento de suspensión: podrá ser mediante varilla roscada de acero galvanizado con gancho cerrado en ambos extremos, perfiles metálicos galvanizados, tirantes de reglaje rápido, etc.

- Elemento de fijación al forjado:

- Mediante clavo de acero galvanizado fijado mediante tiro de pistola y gancho con tuerca, etc. si es de hormigón. Mediante taco de material sintético y hembra roscada de acero galvanizado, etc. Si son bloques de entrevigado. Mediante abrazadera de chapa galvanizada, etc. Si son viguetas.
- Mediante pasta de escayola y fibras vegetales o sintéticas. Cuando el elemento de suspensión sean cañas.

- Elemento de fijación a placa: podrá ser mediante alambre de acero recocido y galvanizado, pella de escayola y fibras vegetales o sintéticas, perfiles laminados anclados al forjado, con o sin perfilera secundaria de suspensión, y tornillería para la sujeción de las placas, etc., para techos continuos. Para techos registrables, podrá ser mediante perfil en T de aluminio o chapa de acero galvanizada, perfil en U con pinza a presión, etc., pudiendo quedar visto u oculto.

- Material de juntas entre planchas para techos continuos: podrá ser de pasta de escayola (80 l de agua por cada 100 kg de escayola) y fibras vegetales o sintéticas, etc.

- Elementos decorativos: molduras o florones de escayola, fijados con pegamento cola, etc.

Los materiales se acopiarán a cubierto, protegiéndolos de la intemperie.

Se evitará la manipulación en horizontal, trasladándose las placas en vertical o de canto.

Para colocar las placas habrá que realizar los ajustes previamente a su colocación, evitando forzarlas para que encajen en su sitio.

### 2.8.5.2. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

### 2.8.5.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Como se recoge en el DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. De obtenerse mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

Ejecución

Se tomarán los niveles en todos los locales objeto de actuación, y se marcará la altura de forma indeleble en todos los paramentos y elementos singulares y/o sobresalientes de los mismos.

Como indica el DB HR, los falsos techos no serán continuos entre dos recintos pertenecientes a unidades de uso diferentes. Cuando el techo suspendido acometa a un elemento de separación vertical entre unidades de uso diferentes, la cámara de aire entre el forjado y el techo suspendido deberá interrumpirse o cerrarse.

En el caso de que discurren conductos de instalaciones por el techo suspendido, deberá impedirse que dichos conductos conecten rígidamente las capas que forman el techo y el forjado.

Siempre que en el techo hubiera luminarias empotradas, éstas no deberán formar una conexión rígida entre las placas del techo y el forjado y su ejecución no deberá disminuir el aislamiento acústico inicialmente previsto.

Si los techos suspendidos dispusieran de un material absorbente en la cámara, éste deberá rellenar de forma continua toda la superficie de la cámara y reposar en el dorso de las placas y zonas superiores de la estructura portante. Además, es conveniente que el material absorbente suba hasta el forjado por todos los lados del plenum.

Deberán sellarse todas las juntas perimétricas o cerrarse el plenum del techo suspendido o el suelo registrable, especialmente los encuentros con elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes.

-Techos continuos:

Se dispondrán un mínimo de 3 elementos de suspensión, por m<sup>2</sup>. No estarán alineados y se colocarán uniformemente repartidos.

Cuando se trate de un sistema industrializado, se dispondrá la estructura sustentante anclada al forjado y atornillada a la perfilera secundaria (si existe), así como a la perimetral. Las placas se atornillarán perpendicularmente a la perfilera y alternadas. Es conveniente utilizar amortiguadores que eviten la conexión rígida entre él y el techo original.

Cuando se trate de fijaciones metálicas y varillas suspensoras, éstas se dispondrán verticales y el atado se realizará con doble alambre de diámetro mínimo 0,70 mm. Cuando se trate de fijación con cañas, éstas se recibirán con pasta de escayola (en la proporción de 80 l de agua por 100 kg de escayola) y fibras vegetales o sintéticas. Estas fijaciones podrán disponerse en cualquier dirección.

Cuando se trate de planchas de escayola, éstas se dispondrán sobre regiones que permitan su nivelación, colocando las uniones longitudinalmente en el sentido de la luz rasante, y las uniones transversales alternadas.

Las planchas perimetrales estarán separadas 5 mm de los paramentos verticales.

Las juntas de dilatación se dispondrán cada 10 m y se formarán con un trozo de plancha recibida con pasta de escayola a uno de los lados y libre en el otro. Si el techo tiene trampillas de registro, las juntas perimetrales de dichas trampillas deberán ser herméticas.

Si se hubieran proyectado 2 o más placas para formar el falso techo, cada una de las placas se colocará contrapeada respecto a las placas de la fase anterior.

-Techos registrables:

Las varillas roscadas que se usen como elementos de arriostramiento, se colocarán entre dos perfiles del entramado, mediante manguitos; la distancia entre varillas roscadas no será superior a 120 cm.

Las varillas roscadas que se usen como elemento de suspensión, se unirán por el extremo superior a la fijación y por el extremo inferior al perfil del entramado, mediante una tuerca.

Los perfiles que forman el entramado y los perfiles de remate se situarán convenientemente nivelados, a las distancias que determinen las dimensiones de las placas y a la altura prevista en todo el perímetro; los perfiles de remate se fijarán mediante tacos y tornillos de cabeza plana, distanciados un máximo de 50 cm entre sí.

La colocación de las placas se comenzará por el perímetro, apoyando las placas sobre el ángulo de chapa y sobre los perfiles del entramado.

Cuando se trate de placas acústicas metálicas, su colocación se comenzará por el perímetro transversalmente al perfil U, apoyadas por un extremo en el elemento de remate y fijadas al perfil U mediante pinzas, cuya suspensión se reforzará con un tornillo de cabeza plana del mismo material que las placas.

#### **2.8.5.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

Previo al inicio de la colocación del falso techo se habrán dispuesto, fijado y terminado todas las instalaciones situadas debajo del forjado. Las instalaciones que deban quedar ocultas se habrán sometido a las pruebas precisas para su correcto funcionamiento. Preferiblemente se habrán ejecutado las particiones (cuando se trate de elementos de separación entre unidades de uso diferentes, conforme al DB HR, deberá ejecutarse primero el elemento de separación vertical y después el techo), la carpintería de huecos exteriores con sus acristalamientos y cajas de persianas.

#### **2.8.5.5. Condiciones de terminación de unidades de obra**

El falso techo quedará limpio, con su superficie plana y al nivel previsto. El conjunto quedará estable e indeformable.

Las uniones entre planchas se rellenarán con fibras vegetales o sintéticas y pasta de escayola, (en la proporción de 80 l de agua por cada 100 kg de escayola), y se acabarán interiormente con pasta de escayola en una proporción de 100 l de agua por cada 100 kg de escayola.

Para la colocación de luminarias, o cualquier otro elemento, se respetará la modulación de las placas, suspensiones y arriostramientos. Previo a ejecutar cualquier tipo de trabajos en el falso techo, se esperará al menos 24 horas.



**2.8.5.6. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Se prestará especial atención en el control de ejecución de.

- Previo a la ejecución:

Se verificará que los materiales que componen el cerramiento se encuentran en correcto estado y no existen roturas en las placas.

Se verificará que ya están ejecutados todos los cerramientos verticales que delimitan el recinto, y éstos llegan hasta el forjado. Dichos cerramientos verticales deberán tener el revestimiento que se indica en proyecto, incluso en la zona que va a quedar tapada por el techo suspendido.

- Ejecución:

Se verificará el relleno de uniones y acabados. No se admitirán defectos aparentes de relleno de juntas o su acabado. Se verificará que la humedad de las placas es menor del 10%.

Se verificarán las fijaciones en tacos, abrazaderas, ataduras y varillas. La perfilería o elementos de fijación del techo suspendido se colocan según se indica en proyecto (amortiguados o no).

Se verificará que la separación entre planchas y paramentos es menor de 5 mm.

Se verificará que los conductos de instalaciones no reposan sobre las placas de yeso laminado. Las perforaciones para el paso de instalaciones se ejecutan únicamente en el punto de salida y según se indica en proyecto.

Suspensión y arriostramiento. La separación entre varillas suspensoras y entre varillas de arriostramiento, será inferior a 1,25 m. No se admitirá un atado deficiente de las varillas de suspensión, ni habrá menos de 3 varillas por m<sup>2</sup>.

Se verificará que, en caso de colocarse dos o más fases de placas de yeso, la segunda fase se ha anclado de forma contrapeada con respecto a la fase anterior. Se verificará la planeidad en todas las direcciones con regla de 2 m. Los errores en la planeidad no serán superiores a 4 mm.

Se verificará la nivelación. La pendiente del techo no será superior a 0,50%.

Las cajas los mecanismos eléctricos y luminarias son apropiadas para las placas de yeso laminado.

**2.8.5.7. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m<sup>2</sup> de superficie realmente ejecutada de falso techo, incluso parte proporcional de elementos de suspensión, entramados, soportes.
- ml de moldura perimetral. ud elemento decorativo.

**2.8.5.8. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

**2.8.5.9. Verificaciones y pruebas de servicio**

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

**2.9. CUBIERTAS****2.9.1. CUBIERTA INCLINADA NO VENTILADA****2.9.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos: conductividad térmica factor de resistencia a la difusión del vapor de agua densidad  $\rho$  y calor específico,

de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica. Según CTE DB HE 1, apartado 6.

Deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>. Según DB HR, apartado 4.1.

### **Elementos que normalmente compondrán las cubiertas inclinadas.**

- Sistema de formación de pendientes: Sistema colocado sobre un soporte resistente que no presente la pendiente suficiente.

Para cubiertas sobre forjados horizontales:

Formación de pendiente mediante apoyos a base de tabicones de ladrillo, tablero de piezas aligeradas machihembradas de arcilla cocida u hormigón recibidas con pasta de yeso y capa de regularización de espesor 30 mm con hormigón, tamaño máximo del árido 10 mm, acabado fratasado.

Estructura metálica ligera.

Placas onduladas o nervadas de fibrocemento, fijadas mecánicamente a las correas, solapadas lateralmente una onda y frontalmente en una dimensión de 30 mm como mínimo.

-Aislamiento térmico/acústico:

El material del aislamiento térmico deberá tener una cohesión y una estabilidad suficientes para proporcionar al sistema la solidez precisa frente a las sollicitaciones mecánicas (CTE DB HS 1).

Se utilizarán materiales con una conductividad térmica declarada menor a 0,06 W/mK a 10° C y una resistencia térmica declarada mayor a 0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Los materiales de relleno de las cámaras, utilizados para aplicaciones acústicas, se caracterizan por la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en kPa·s/m<sup>2</sup>, obtenida según UNE-EN 29053:1994. Se verificará que se corresponde con la especificada en proyecto (CTE DB HR).

Cubierta de teja sobre forjado inclinado, no ventilada se pueden usar paneles de: perlita expandida (EPB), poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano (PUR), mantas aglomeradas de lana mineral (MW), etc.

Cubierta de teja sobre forjado inclinado, ventilada se pueden usar paneles de: perlita expandida (EPB), poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano (PUR), mantas aglomeradas de lana mineral (MW); dispuestos entre los rastreles de madera y anclados al soporte mediante adhesivo laminar en toda su superficie.

Sobre el forjado horizontal, se pueden usar: lana mineral (MW), poliestireno extruido (XPS), poliestireno expandido (EPS), poliuretano (PUR), perlita expandida (EPB), poliisocianurato (PIR).

-Capa de impermeabilización:

Se pueden utilizar los siguientes materiales, u otros de características similares:

Materiales bituminosos y bituminosos modificados, las láminas podrán ser de oxiasfalto o de betún modificado, poli (cloruro de vinilo) plastificado, etileno propileno dieno monómero, poliolefinas y sistemas de placas.

Cuando se coloquen tejas clavadas se puede usar sistema monocapa, constituida por una lámina de betún modificado LBM-30, soldada completamente al soporte resistente, previa imprimación con emulsión asfáltica.

Cuando las tejas se reciban con mortero se podrá colocar un sistema monocapa, constituido por una lámina de betún modificado LBM-40/G, soldada completamente al soporte resistente, con previa imprimación de emulsión asfáltica; o de lámina autoadhesiva de betún modificado LBA-15, de masa 1,5 kg/m<sup>2</sup> (tipo mínimo).

Si no se colocan tejas, se puede usar un sistema monocapa sobre el aislante térmico, constituida por una lámina de betún modificado con autoprotección mineral LBM-50/G- FP y armadura de fieltro de poliéster.

Si la pendiente fuera baja, o el solapo entre piezas sea escaso, o en el caso de cubiertas expuestas al efecto del viento y lluvia se podría utilizar el sistema anterior, utilizando láminas asfálticas o de otro tipo, que puedan fijarse al sistema de formación de pendientes, y que no presenten problemas de adherencia para las tejas.

Cuando la capa bajo teja esté construida por chapas onduladas o nervadas solapadas, u otros elementos que presten similares condiciones de estanquidad, la utilización de capa de impermeabilización resulta imprecisa.

En todo caso la imprimación tiene que ser del mismo material que la lámina.

-Cobertura (Tejado):

Cubiertas sobre forjado inclinado, no ventiladas, el tejado podrá ser:

Tejado de tejas mixtas de hormigón con solape frontal y encaje lateral; fijadas con clavos sobre listones de madera, dispuestos en el sentido normal al de la máxima pendiente y fijados a su vez al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm.

Tejado de tejas de arcilla cocida planas con encajes frontal y lateral; fijadas con clavos sobre tablero aglomerado fenólico de espesor 20 mm; clavado éste cada 30 cm a rastreles de madera, fijados al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm.

Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, con solape frontal y separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm; las canales recibidas todas al soporte y las cobijas recibidas con mortero mixto sobre paneles de poliestireno extruido de superficie acanalada.

Para cubiertas sobre forjado inclinado, ventiladas, el tejado podrá ser:

Tejado de tejas mixtas de hormigón con solape frontal y encaje lateral, fijadas con clavos sobre listones de madera, dispuestos en el sentido normal al de la máxima pendiente. Tejado de tejas de arcilla cocida planas con encajes frontal y lateral, fijadas con clavos sobre tablero aglomerado fenólico de espesor 20 mm; clavado éste, cada 30 cm, a rastreles de madera, dispuestos en el sentido de la máxima pendiente y fijados al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm

Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, recibidas sobre chapa ondulada de fibrocemento, fijada a rastreles de madera, dispuestos en el sentido normal a la máxima pendiente y fijados al soporte resistente según instrucciones del fabricante del sistema.

Para cubiertas sobre forjado horizontal, el tejado podrá ser:

Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, con solape frontal, separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm, las canales recibidas todas al soporte y las cobijas recibidas, con mortero mixto al soporte o adhesivo.

Tejado de tejas de arcilla cocida planas o mixtas con encajes frontal y lateral, cogidas con clavos sobre listones de madera fijados mecánicamente al soporte con clavos de acero templado, cada 30 cm.

Tejado de tejas curvas con solape frontal, separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm, las canales recibidas todas al soporte y las cobijas en la cresta de la onda, con pelladas de mortero mixto.

El recibido de las tejas sobre soportes continuos se realizará con mortero de cal hidráulica, mortero mixto, adhesivo cementoso u otros plásticos adhesivos, según especificaciones del fabricante del sistema.

El recibido de las tejas sobre paneles de poliestireno extruido, podrá realizarse con mortero mixto, adhesivo cementoso u otros plásticos adhesivos compatibles con el aislante, tejas curvas o mixtas.

-Sistema de evacuación de aguas:

Se incluyen aquí canalones, bajantes, sumideros y rebosaderos. Se dimensionarán conforme al CTE DB HS 5. El sistema podrá ser visto u oculto.

-Materiales auxiliares: rastreles de madera o metálicos, morteros, anclajes, fijaciones, etc.

-Accesorios prefabricados: pasarelas, pasos y escaleras, para acceso al tejado, ganchos de seguridad, etc.

#### **2.9.1.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Se evitará la segregación y contaminación formando los acopios sobre superficies que no estén contaminadas, evitando mezclar materiales de distintos tipos y acortando el tiempo de exposición a la intemperie.

Se evitará la exposición prolongada del material a la intemperie.

Se evitará la incidencia de esfuerzos violentos o golpes, así como su deformación por incidencia de los agentes atmosféricos durante las fases de almacenamiento y transporte, para lo cual se interpondrán lonas o sacos.

#### **2.9.1.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.9.1.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Conforme al CTE DB HE 1, apartado 7, en el pliego de condiciones del proyecto se deberán de deberán indicar las condiciones particulares de ejecución de los cerramientos de la envolvente térmica.

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

### **Ejecución**

-Sistema de formación de pendientes:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.4.1, cuando la formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización, su superficie deberá ser uniforme y limpia. Y como recoge el apartado 2.4.3.1, el material que lo constituye deberá ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él. El sistema de formación de pendientes deberá tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución deberá ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

El sistema de formación de pendientes garantizará la estabilidad con flecha mínima. La superficie para apoyo de rastreles y paneles aislantes será plana y sin irregularidades que puedan dificultar la fijación de los mismos. Su constitución permitirá el anclaje mecánico de los rastreles.

- Cubierta de teja sobre forjado horizontal:

Para el sistema de formación de la pendiente y de la cámara de aireación se contemplan estos dos sistemas:

Tabiques palomeros rematados con tablero de piezas aligeradas (de arcilla cocida o de hormigón) acabadas con capa de regularización u hormigón.

En ese caso, el tablero de cerramiento superior de la cámara de aireación deberá asegurarse ante el riesgo de deslizamiento, en especial con pendientes pronunciadas; a la vez deberá quedar independiente de los elementos sobresalientes de la cubierta y con las juntas de dilatación precisas para impedir tensiones de contracción-dilatación,

tanto por retracción como por oscilaciones de la temperatura.

Paneles o placas prefabricados no permeables al agua, fijados mecánicamente, bien sobre correas apoyadas en cárteras de ladrillo, en vigas metálicas o de hormigón; o bien sobre entramado de madera o estructura metálica ligera. Las placas que podrán ser prefabricadas, onduladas o grecadas, servirán para el cerramiento de la cámara de aireación, e irán fijadas mecánicamente a las correas con tornillos autorroscantes y solapadas entre sí, de manera tal que se permita el deslizamiento preciso para impedir las tensiones de origen térmico.

En el caso de recibido de las tejas con mortero, la capa de regularización del tablero tendrá un espesor de 2 cm e idénticas condiciones que la anterior.

La capa de regularización del tablero, en el caso de fijación mecánica de las tejas, tendrá un acabado fratasado, plano y sin resaltos que dificulten la disposición correcta de los rastreles o listones.

Si el soporte del tejado se compone de placas onduladas o nervadas, se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones. Solape frontal entre placas: 15 cm; solape lateral vendrá dado por la forma de la placa y será al menos de una onda. Rastreles metálicos para el anclaje de las tejas planas o mixtas se fijarán a la distancia adecuada que asegure el encaje perfecto, o del solape preciso de las tejas. En el caso de tejas curvas o mixtas recibidas con mortero, la dimensión y modulación de la onda o greca de las placas será la más adecuada a la disposición canal-cobija de las tejas. Si se trata de un mismo sistema que incluya las placas y tejas se seguirán las instrucciones del fabricante.

- Aislante térmico y/o acústico:

Deberá colocarse de forma continua y estable.

- Cubierta de teja sobre forjado horizontal:

Se podrán utilizarse mantas o paneles semirrígidos sobre el forjado entre los apoyos de la cámara ventilada.

- Cubierta no ventilada de teja sobre forjado inclinado:

Si se utilizan rastreles, el espesor del aislante coincidirá con el de estos. Cuando se utilicen paneles rígidos o paneles semirrígidos para el aislamiento térmico, estarán dispuestos entre rastreles de madera o metálicos y adheridos al soporte mediante adhesivo bituminoso PB-II u otros compatibles. Para paneles rígidos con superficie acanalada, los canales irán paralelos a la dirección del alero y se fijarán mecánicamente al soporte resistente.

- Cubierta ventilada de teja sobre forjado inclinado:

Si se utilizan rastreles, estos se colocarán en el sentido de la pendiente albergando el material aislante, conformando la capa de aireación. La altura de los rastreles estará condicionada por los espesores del aislante térmico y de la capa de aireación. La distancia entre rastreles en función del ancho de los paneles, no será mayor de 60 cm; en caso contrario, los paneles se cortarán a la medida apropiada para su máximo aprovechamiento. La cámara de aireación presentará una altura mínima de 3 cm y quedará comunicada con el exterior.

- Capa de impermeabilización:

Podrá utilizarse en cubiertas con baja pendiente o con escaso solapo de las tejas, y en cubiertas especialmente expuestas al efecto combinado de lluvia y viento. Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15% deberán utilizarse sistemas fijados mecánicamente.

No se utilizará la capa de impermeabilización de manera sistemática o indiscriminada.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.2.2, las láminas deberán aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación. Según el apartado 2.4.3.3, cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta se aplicará y fijará de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma. La impermeabilización deberá colocarse en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente. Los solapos deberán quedar a favor de la corriente de agua y no deberán quedar alineados con los de las hileras contiguas, apartado 5.1.4.4.

Las láminas impermeabilizantes no plantearán dificultades en su fijación al sistema de formación de pendientes, ni problemas de adherencia para las tejas. Se impedirán bolsas de aire en las láminas adheridas.

Se colocarán a cubrejuntas (con solapes superiores a 8 cm y paralelos o perpendiculares a la línea de máxima pendiente). Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.3.3, tendremos distintas prescripciones, según el material del que se trate:

Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados: en pendientes comprendidas entre el 5 y el 15%, se utilizarán sistemas adheridos. Si se desea independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, se utilizarán sistemas no adheridos.

Impermeabilización con poli (cloruro de vinilo) plastificado y con etileno propileno dieno monómero: en el caso de que la cubierta no tenga protección, deberán utilizarse sistemas adheridos o fijados mecánicamente.

Impermeabilización con poliolefinas: se deberán utilizar láminas de alta flexibilidad.

Impermeabilización con un sistema de placas: el solapo de éstas deberá establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica. Deberá recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, del tipo de piezas y del solapo de las mismas, así como de la zona geográfica del emplazamiento del edificio.

- Cámara de aire:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.3, durante la construcción de la cubierta deberá impedirse que caigan

casco, rebabas de mortero y suciedad en la cámara de aire. Cuando se disponga una cámara de aire, ésta deberá situarse en el lado exterior del aislante térmico y ventilarse mediante un conjunto de aberturas.

Quedará comunicada con el exterior, preferentemente por alero y cumbrera, y tendrá un espesor mínimo de 3 cm.

En cubierta de teja ventilada sobre forjado inclinado, la cámara se podrá conseguir con los rastreles únicamente o añadiendo a éstos un entablado de aglomerado fenólico o una chapa ondulada.

En cubierta de teja sobre forjado horizontal, la cámara permitirá la difusión del vapor de agua a través de aberturas al exterior dispuestas de manera que se garantice la ventilación cruzada. A tal efecto las salidas de aire se situarán por encima de las entradas a la máxima distancia que permita la inclinación de la cubierta; unas y otras, se dispondrán enfrentadas; preferentemente con aberturas en continuo. Estas aberturas irán protegidas para impedir el acceso de insectos, aves y roedores. En el caso de que se trate de limitar el efecto de las condensaciones, además del aislante que se sitúe sobre el forjado horizontal, la capa bajo teja aportará el aislante térmico preciso.

- Tejado:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.3, deberá recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar la estabilidad y capacidad de adaptación del tejado a movimientos diferenciales, dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio. El solapo de las piezas se establecerá de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

Para uso de vivienda, No se admiten sistemas en que la estabilidad del tejado se fie exclusivamente al propio peso de la teja, como la colocación a teja vana.

En el caso de tejas curvas, mixtas y planas recibidas con mortero, el recibido deberá realizarse de forma continua para impedir la rotura de piezas en los trabajos de mantenimiento o acceso a instalaciones. Las piezas cobija, se recibirán siempre en aleros, cumbreras y bordes laterales de faldón y demás puntos singulares. En pendientes de cubierta mayores del 70% y zonas de máxima intensidad de viento, se fijarán la totalidad de las tejas. Cuando las condiciones lo permitan y si no se fijan la totalidad de las tejas, se alternarán fila e hilera. Se seguirán las indicaciones del fabricante para el solapo de las tejas o su encaje, a efectos de la estanquidad al agua, así como su sistema de adherencia o fijación. Las piezas canales se colocarán todas recibidas con mortero o adhesivo sobre el soporte. Las piezas cobijas se recibirán en el porcentaje preciso para garantizar la estabilidad del tejado frente al efecto de deslizamiento y a las acciones del viento, y dejarán separación libre de paso de agua comprendido entre 3 y 5 cm. En el caso de tejas recibidas con mortero sobre paneles de poliestireno extruido acanalados, la pendiente no excederá del 49%; existirá la precisa correspondencia morfológica y las tejas queden perfectamente encajadas sobre las placas. Se recibirán todas las tejas de aleros, cumbreras, bordes laterales de faldón, limahoyas y limatesas y demás puntos singulares. El mortero será bastardo de cal, cola u otros másticos adhesivos compatibles con el aislante y las tejas, se atenderá a las especificaciones del fabricante del sistema.

En el caso de tejas curvas y mixtas recibidas sobre chapas onduladas en sus distintos formatos, el acoplamiento entre la teja y el soporte ondulado resulta imprescindible para la estabilidad del tejado, por lo que se estará a las especificaciones del fabricante del sistema sobre la idoneidad de cada chapa al subtipo de teja seleccionado. La adherencia de la teja al soporte se consigue con una pellada de mortero mixto aplicada a la cresta de la onda para chapa ondulada con teja curva, o a la parte plana de la placa mixta con teja curva o mixta. También puede aplicarse adhesivo cementoso, como adhesivo,

En el caso de fijación mediante rastreles metálicos sobre chapas onduladas, los rastreles serán perfiles omega de chapa de acero galvanizado de 060 mm de espesor mínimo, dispuestos en paralelo al alero y fijados en las crestas de las ondas con remaches tipo flor. Las tejas se fijarán a los rastreles metálicos con tornillos rosca chapa y se harán del mismo modo que para rastreles de madera. Se seguirán las especificaciones del fabricante del sistema.

En el caso de tejas planas y mixtas fijadas mediante listones y rastreles de madera o entablados, la escuadría de rastreles y listones de madera será la que se determine para cada caso, fijándose al soporte con la frecuencia precisa tanto para asegurar su estabilidad como para impedir su alabeo. Podrán ser de madera de pino, estabilizadas sus tensiones para impedir alabeos, seca, y tratada contra el ataque de hongos e insectos. Los tramos de rastreles o listones se colocarán con una separación entre uno u otro de 1 cm, fijando los extremos a ambos lados de la junta. Los rastreles se interrumpirán respetando las juntas de dilatación del edificio y de la cubierta. Cuando el tipo de soporte lo permita, los listones se fijarán con clavos de acero templado y los rastreles, previamente perforados, se fijarán con tirafondos. En caso de existir una capa de regularización de tableros, sobre las que hayan de fijarse listones o rastreles, tendrá un espesor mayor o igual que 3 cm. Los clavos penetrarán 2,5 cm en rastreles de al menos 5 cm. Los listones y rastreles de madera o entablados se fijarán al soporte tanto para asegurar su estabilidad como para impedir su alabeo. La distancia entre listones o rastreles de madera será tal que coincidan los encajes de las tejas o, si no disponen estas de encaje, tal que el solapo garantice la estabilidad y estanquidad de la cubierta. Los clavos y tornillos para la fijación de la teja a los rastreles o listones de madera serán preferentemente de cobre o de acero inoxidable, y los enganches y corchetes de acero inoxidable o acero cincado. La utilización de fijaciones de acero galvanizado, se reserva para aplicaciones con escaso riesgo de corrosión. Se impedirá la utilización de acero sin tratamiento anticorrosión.

Si por el tipo de soporte no se pueda realizar una fijación mecánica de los rastreles de madera se fijarán con mortero de cemento de la manera que se explica a continuación: en las caras laterales, los rastreles llevarán puntas de 3 cm clavadas cada 20 cm, de forma que penetren en el rastrel 1,5 cm. A ambos lados del rastrel y a todo lo largo del mismo se extenderá mortero de cemento, de manera que las puntas clavadas en sus cantos queden recubiertas totalmente, rellenando también la holguras entre rastrel y soporte.

- Disposición de listones, rastreles y entablados:

Enlistonado sencillo sobre soporte continuo de albañilería (capa de compresión de forjados o capa de regularización de albañilería). Los listones de madera se fijaran mecánicamente al soporte cada 50 cm con clavos de acero templado, con su cara mayor apoyada sobre el soporte en el sentido normal al de la máxima pendiente, a la distancia que exija la dimensión de la teja.

Enlistonado doble sobre soporte continuo de albañilería (capa de compresión de forjados o capa de regularización de albañilería).

La primera capa de rastreles de madera, tiene la función la ubicación del aislante térmico, y en su caso, la formación de la capa de aireación, se dispondrán apoyados sobre el soporte, en el sentido de la pendiente y fijados con tirafondos mecánicamente al soporte cada 50 cm. La separación entre listones, dependerá del ancho de los paneles aislantes que hayan de ubicarse entre los mismos, si el ancho de los paneles es mayor de 60 cm los paneles se cortarán. La escuadría de estos rastreles, se tendrá en cuenta el espesor del aislante y, en su caso, el de la capa de aireación; la suma de ambos determinará la altura del rastrel; la otra dimensión será proporcionada y apta para el apoyo y fijación. Una vez colocados los paneles aislantes que se fijarán por puntos al soporte con adhesivo compatible, se dispondrán los rastreles o listones paralelos al alero, con su cara mayor apoyada sobre los rastreles anteriores, fijados en cada cruce, a la distancia que exija la dimensión de la teja.

Enablado sobre rastreles. Tableros de aglomerado fenólico, de espesor mínimo 2 cm, fijados sobre los rastreles, como protección del aislante o, en su caso, cierre de la cámara de aireación. Los rastreles tendrán un canto capaz para albergar la capa de aislante y en su caso la de aireación, su ancho mínimo será de 7 cm, para que los paneles de aglomerado fenólico apoyen al menos 3 cm con junta de 1 cm. Se colocarán en el sentido de la máxima pendiente y a una distancia entre ejes tal que se acomode a la modulación de los tableros y de los paneles aislantes con el máximo aprovechamiento; la distancia entre ejes no deberá exceder de 68 cm para tableros de 2 cm de espesor. Para las tejas planas o mixtas provistas de encaje vertical y lateral, los listones o rastreles se situarán a la distancia que exija la dimensión de la teja. Los empalmes de rastreles estarán separados 1 cm. Sobre los listones o rastreles las tejas se pueden colocar: simplemente apoyadas mediante los tetones de que las tejas planas están dotadas, adheridas por puntos o fijadas mecánicamente, si presentaran las precisas perforaciones. Para la fijación de la teja a los rastreles o listones de madera, se usarán preferentemente clavos y tornillos cobre o de acero inoxidable, siendo los enganches y corchetes de acero inoxidable o de acero cincado (electrolítico). Las fijaciones de acero galvanizado, se reservan para aplicaciones con escaso riesgo de corrosión. No se utilizará acero sin tratamiento anticorrosivo.

- Sistema de evacuación de aguas:

- Canalones:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.2.9, para la formación del canalón deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados. Se colocarán con una pendiente hacia el desagüe del 1% mínimo.

Los canalones, en función de su emplazamiento en el faldón, pueden ser: vistos, para la recogida de las aguas del faldón en el borde del alero; ocultos, para la recogida de las aguas del faldón en el interior de éste. En ambos casos los canalones se dispondrán con ligera pendiente hacia el exterior, favoreciendo el derrame hacia afuera, de manera que un eventual embalsamiento no revierta al interior.

En canalones vistos, el borde más cercano a la fachada se colocará de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo. Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón volarán al menos 5 cm sobre el mismo.

En canalones de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las que se sujetará la chapa, se deberá ajustar a la forma de la misma y serán de pletina de acero galvanizado. Se colocarán a una distancia máxima de 50 cm y remetido al menos 1,5 cm de la línea de tejas del alero. Cuando se utilicen sistemas prefabricados, con acreditación de calidad o documento de idoneidad técnica, se seguirán las instrucciones del fabricante.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.2.9, cuando el canalón esté situado junto a un paramento vertical deberán disponerse:

Cuando el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo.

Cuando el encuentro sea en la parte superior del faldón, los elementos de protección por encima de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo.

Elementos de protección realizados in situ o prefabricados de tal forma que cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas.

Y si está situado en una zona intermedia del faldón se colocará de tal forma que el ala del canalón se extienda por debajo de las piezas del tejado un mínimo de 10 cm, la separación entre las piezas del tejado a ambos lados del canalón sea de 20 cm como mínimo y el ala inferior del canalón deberá ir por encima de las piezas del tejado.

Cada bajante servirá 20 m de canalón como máximo.

- Canaletas de recogida:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 3.2, el diámetro de los sumideros de las canaletas de recogida del agua en los muros parcialmente estancos deberá ser 110 mm como mínimo. Las pendientes mínima y máxima de la canaleta y el número mínimo de sumideros en función del grado de impermeabilidad exigido al muro deberán ser los que se indican en la tabla 3.3.

- Puntos singulares. Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.4:

Encuentro de la cubierta con un paramento vertical: deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados. Los elementos de protección deberán cubrir como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm

de altura por encima del tejado y su remate deberá realizarse de forma similar a la descrita en las cubiertas planas. Cuando el encuentro se produzca en la parte inferior del faldón, deberá disponerse un canalón. Cuando el encuentro se produzca en la parte superior o lateral del faldón, los elementos de protección deberán colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro.

**Alero:** las piezas del tejado volarán un mínimo de 5 cm y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero. En tejados de pizarra o de teja, se adoptará una solución para impedir la filtración de agua a través de la unión de la primera hilada del tejado y el alero, como por ejemplo realizar en el borde un recalce de asiento de las piezas de la primera hilada de tal manera que tengan la misma pendiente que las de las siguientes.

**Borde lateral:** se dispondrán piezas especiales que vuelen lateralmente más de 5 cm o baberos protectores realizados in situ. En el último caso el borde puede rematarse con piezas especiales o con piezas normales que vuelen 5 cm.

**Limahoyas:** se dispondrán elementos de protección realizados in situ o prefabricados. La separación entre las piezas del tejado de los dos faldones deberá ser 20 cm como mínimo. Y estas piezas de tejado deberán sobresalir 5 cm como mínimo sobre la limahoya.

**Cumbreras y limatesas:** se colocarán piezas especiales, que deberán solapar 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones. Se fijarán las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbrera y la limatesa. Si no es posible el solape entre las piezas de una cumbrera en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbreras este encuentro deberá impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.

**Encuentro de la cubierta con elementos pasantes:** estos los elementos pasantes no se dispondrán en las limahoyas. La parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante deberá resolverse de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo. En el perímetro del encuentro deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados, que cubran una banda del elemento pasante por encima del tejado de 20 cm de altura como mínimo.

**Lucernarios:** se impermeabilizarán las zonas del faldón que se encuentren en contacto con el precerco o el cerco del lucernario mediante elementos de protección realizados in situ o prefabricados. En la parte inferior del lucernario se colocarán elementos de protección por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro y en la superior por debajo y prolongarse 10 cm como mínimo.

**Anclaje de elementos:** Deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados, que deberán cubrir una banda del elemento anclado de una altura de 20 cm como mínimo por encima del tejado. No se colocarán en las limahoyas.

**Juntas de dilatación:** cuando exista un faldón continuo de más de 25 m, o cuando entre las juntas del edificio la distancia sea mayor de 15 m, se estudiará la si es oportuno formar juntas de cubierta, en función de las condiciones climáticas del lugar y del subtipo de tejado.

Se paralizarán los trabajos cuando en caso de lluvia, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h. En este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse. Cuando se interrumpen los trabajos deberán protegerse adecuadamente los materiales, y el faldón si se desea evitar entradas de humedad.

#### **2.9.1.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

El forjado deberá cumplir ciertas características:

- Permitir la colocación correcta de la impermeabilización, presentando una superficie del forjado deberá ser uniforme, plana, estar limpia y carecer de cuerpos extraños. Garantizar la estabilidad, con flecha mínima.
- Permitir el anclaje mecánico de los rastreles.

#### **2.9.1.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Se retirarán los materiales o unidades de obra que no se ajusten a lo especificado. O, en su caso, en su caso, se demolerá o reparará la parte de obra afectada. Motivos para la no aceptación:

-Chapa conformada:

El sentido de colocación de las chapas es contrario al que se especifica. Falta de ajuste en la sujeción de las chapas.

Rastreles no paralelos a la línea de cumbrera. Errores superiores a 1 cm/m, o más de 3 cm para toda la longitud. Vuelo del alero errores de 5 cm o no mayor de 35 cm.

Solapes longitudinales de las chapas inferiores a lo especificado en más de 2 mm.

-Pizarra:

Clavado de las piezas deficiente.

Falta de paralelismo entre las hiladas y la línea del alero con errores superiores a  $\pm 10$  mm/m comprobada con regla de 1 m y/o  $\pm 50$  mm/total. Solapes laterales de las pizarras inferiores a 10 cm.

Planeidad de la capa de yeso: errores superiores a  $\pm 3$  mm medida con regla de 1 m.

-Teja:

El paso de agua entre cobijas mayor de 5 cm o menor de 3 cm.

Falta de paralelismo entre dos hiladas consecutivas con errores superiores a  $\pm 20$  mm (teja de arcilla cocida) o  $\pm 10$  mm (teja de mortero de cemento). Falta de paralelismo entre las hiladas y la línea del alero con errores superiores a  $\pm 100$  mm.

Fallo de alineación entre dos tejas consecutivas con errores superiores a  $\pm 10$  mm.

Fallo de alineación de la hilada con errores superiores a  $\pm 20$  mm (teja de arcilla cocida) o  $\pm 10$  mm (teja de mortero

de cemento). Solape entre piezas con errores superiores a  $\pm 5$  mm.

#### **2.9.1.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Se utilizarán piezas para elementos singulares especialmente concebidas y fabricadas para este fin, o bien se detallarán soluciones constructivas de solapo y goterón, en el proyecto, evitando uniones rígidas o el empleo de materiales elásticos sin garantía de la precisa durabilidad. (Caballetes, aleros, limatesas y limahoyas, remates laterales, encuentros con muros, chimeneas, u otros elementos sobresalientes, ventilación, etc.).

#### **2.9.1.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Si se dieran condiciones especialmente adversas una vez realizados los trabajos (lluvia, nieve o velocidad del viento superior a 50 km/h), se revisarán, asegurando las partes realizadas.

No se recibirán elementos sobre la cobertura que la perforen o dificulten su desagüe, como antenas y mástiles, que deberán ir sujetos a paramentos.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.9.1.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

-En la formación de faldones:

Pendientes.

Forjados inclinados: se controlará como una estructura.

Fijación de ganchos de seguridad para el montaje de la cobertura.

Tableros sobre tabiquillos: tabiquillos, controlar como tabiques. Tableros, independizados de los tabiquillos. Ventilación de las cámaras.

-Aislante térmico:

Correcta colocación del aislante, según especificaciones de proyecto. Continuidad. Espesor.

-Limas, canalones y puntos singulares:

Fijación y solapo de piezas.

Material y secciones especificados en proyecto. Juntas para dilatación.

Se comprobarán los encuentros entre faldones y paramentos.

-Canalones:

Longitud de tramo entre bajantes menor o igual que 10 m. Distancia entre abrazaderas de fijación. Unión a bajantes.

-Impermeabilización, en su caso: controlar como cubierta plana.

-Base de la cobertura:

Correcta colocación, en su caso, de rastreles o perfiles para fijación de piezas. Se comprobará la planeidad con regla de 2 m.

-Piezas de cobertura:

Pendiente mínima, Conforme al CTE DB HS 1, tabla 2.10 en función del tipo de tejado, cuando no haya capa de impermeabilización. Tejas curvas:

-Replanteo previo de líneas de máxima y mínima pendiente.

Paso entre cobijas.

Recibido de las tejas.

-Cumbrera y limatesas: disposición y macizado de las tejas, solapes de 10 cm.

-Alero: vuelo, recalce y macizado de las tejas.

-Otras tejas:

Replanteo previo de las pendientes.

Fijación según instrucciones del fabricante para el tipo y modelo.

-Cumbreras, limatesas y remates laterales: piezas especiales.

Prueba de servicio:

Riego continuo de la superficie de la cubierta y de los puntos singulares. La Dirección Facultativa dictaminará los puntos singulares que considere de mayor riesgo y en los que se incidirá especialmente en el riego continuo.

Se utilizarán los dispositivos idóneos de riego, con los que se rociará homogénea e ininterrumpidamente la cubierta con agua durante el tiempo que deba durar la prueba, y no menos de 8 horas. La intensidad de riego mínima será 0,25 l/m<sup>2</sup>min. Deberá actuar directamente y de manera simultánea sobre todas las superficies de la unidad de inspección objeto de la prueba.

#### **2.9.1.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:



-m<sup>2</sup> de cubierta, totalmente terminada, medida sobre los planos inclinados y no referida a su proyección horizontal, incluyendo los solapos, parte proporcional de mermas y roturas, con todos los accesorios precisos; así como colocación, sellado, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen, forjados canalones ni sumideros.

#### **2.9.1.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Acero galvanizado, solo se colocará en cubiertas en las que pueda tener contacto con materiales ácidos y alcalinos; o con metales, excepto con el aluminio, que puedan formar pares galvánicos.

A evitar: el contacto con el acero no protegido a corrosión, yeso fresco, cemento fresco, maderas de roble o castaño, aguas procedentes de contacto con cobre.

Podrá utilizarse en contacto con aluminio: plomo, estaño, cobre estañado, acero inoxidable, cemento fresco (sólo para el recibido de los remates de paramento);

En el caso de estar el cobre situado por debajo del acero galvanizado, podrá aislarse mediante una banda de plomo.

No se utilizarán morteros ricos en cemento para el recibido de tejas.

#### **2.9.1.12. Verificaciones y pruebas de servicio**

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.

- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

Deberán realizarse, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, además de otras las que puedan establecerse con carácter voluntario. Bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas.

### **2.9.2. CUBIERTA INCLINADA VENTILADA**

#### **2.9.2.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos: conductividad térmica factor de resistencia a la difusión del vapor de agua densidad  $\rho$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica. Según CTE DB HE 1, apartado 6.

Deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>. Según DB HR, apartado 4.1.

#### **Elementos que normalmente compondrán las cubiertas inclinadas.**

- Sistema de formación de pendientes: Sistema colocado sobre un soporte resistente que no presente la pendiente suficiente.

Para cubiertas sobre forjados horizontales:

Formación de pendiente mediante apoyos a base de tabicones de ladrillo, tablero de piezas aligeradas machihembradas de arcilla cocida u hormigón recibidas con pasta de yeso y capa de regularización de espesor 30 mm con hormigón, tamaño máximo del árido 10 mm, acabado fratasado.

Estructura metálica ligera.

Placas onduladas o nervadas de fibrocemento, fijadas mecánicamente a las correas, solapadas lateralmente una onda y frontalmente en una dimensión de 30 mm como mínimo.

-Aislamiento térmico/acústico:

El material del aislamiento térmico deberá tener una cohesión y una estabilidad suficientes para proporcionar al sistema la solidez precisa frente a las sollicitaciones mecánicas (CTE DB HS 1).

Se utilizarán materiales con una conductividad térmica declarada menor a 0,06 W/mK a 10<sup>o</sup> C y una resistencia térmica declarada mayor a 0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Los materiales de relleno de las cámaras, utilizados para aplicaciones acústicas, se caracterizan por la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en kPa·s/m<sup>2</sup>, obtenida según UNE-EN 29053:1994. Se verificará que se corresponde con la especificada en proyecto (CTE DB HR).

Cubierta de teja sobre forjado inclinado, no ventilada se pueden usar paneles de: perlita expandida (EPB),

poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano (PUR), mantas aglomeradas de lana mineral (MW), etc.

Cubierta de teja sobre forjado inclinado, ventilada se pueden usar paneles de: perlita expandida (EPB), poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano (PUR), mantas aglomeradas de lana mineral (MW); dispuestos entre los rastreles de madera y anclados al soporte mediante adhesivo laminar en toda su superficie.

Sobre el forjado horizontal, se pueden usar: lana mineral (MW), poliestireno extruido (XPS), poliestireno expandido (EPS), poliuretano (PUR), perlita expandida (EPB), poliisocianurato (PIR).

-Capa de impermeabilización:

Se pueden utilizar los siguientes materiales, u otros de características similares:

Materiales bituminosos y bituminosos modificados, las láminas podrán ser de oxiasfalto o de betún modificado, poli (cloruro de vinilo) plastificado, etileno propileno dieno monómero, poliolefinas y sistemas de placas.

Cuando se coloquen tejas clavadas se puede usar sistema monocapa, constituida por una lámina de betún modificado LBM-30, soldada completamente al soporte resistente, previa imprimación con emulsión asfáltica.

Cuando las tejas se reciban con mortero se podrá colocar un sistema monocapa, constituido por una lámina de betún modificado LBM-40/G, soldada completamente al soporte resistente, con previa imprimación de emulsión asfáltica; o de lámina autoadhesiva de betún modificado LBA-15, de masa 1,5 kg/m<sup>2</sup> (tipo mínimo).

Si no se colocan tejas, se puede usar un sistema monocapa sobre el aislante térmico, constituida por una lámina de betún modificado con autoprotección mineral LBM-50/G- FP y armadura de fieltro de poliéster.

Si la pendiente fuera baja, o el solapo entre piezas sea escaso, o en el caso de cubiertas expuestas al efecto del viento y lluvia se podría utilizar el sistema anterior, utilizando láminas asfálticas o de otro tipo, que puedan fijarse al sistema de formación de pendientes, y que no presenten problemas de adherencia para las tejas.

Cuando la capa bajo teja esté construida por chapas onduladas o nervadas solapadas, u otros elementos que presten similares condiciones de estanquidad, la utilización de capa de impermeabilización resulta imprecisa.

En todo caso la imprimación tiene que ser del mismo material que la lámina.

-Cobertura (Tejado):

Cubiertas sobre forjado inclinado, no ventiladas, el tejado podrá ser:

Tejado de tejas mixtas de hormigón con solape frontal y encaje lateral; fijadas con clavos sobre listones de madera, dispuestos en el sentido normal al de la máxima pendiente y fijados a su vez al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm.

Tejado de tejas de arcilla cocida planas con encajes frontal y lateral; fijadas con clavos sobre tablero aglomerado fenólico de espesor 20 mm; clavado éste cada 30 cm a rastreles de madera, fijados al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm.

Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, con solape frontal y separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm; las canales recibidas todas al soporte y las cobijas recibidas con mortero mixto sobre paneles de poliestireno extruido de superficie acanalada.

Para cubiertas sobre forjado inclinado, ventiladas, el tejado podrá ser:

Tejado de tejas mixtas de hormigón con solape frontal y encaje lateral, fijadas con clavos sobre listones de madera, dispuestos en el sentido normal al de la máxima pendiente. Tejado de tejas de arcilla cocida planas con encajes frontal y lateral, fijadas con clavos sobre tablero aglomerado fenólico de espesor 20 mm; clavado éste, cada 30 cm, a rastreles de madera, dispuestos en el sentido de la máxima pendiente y fijados al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm.

Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, recibidas sobre chapa ondulada de fibrocemento, fijada a rastreles de madera, dispuestos en el sentido normal a la máxima pendiente y fijados al soporte resistente según instrucciones del fabricante del sistema.

Para cubiertas sobre forjado horizontal, el tejado podrá ser:

Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, con solape frontal, separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm, las canales recibidas todas al soporte y las cobijas recibidas, con mortero mixto al soporte o adhesivo.

Tejado de tejas de arcilla cocida planas o mixtas con encajes frontal y lateral, cogidas con clavos sobre listones de madera fijados mecánicamente al soporte con clavos de acero templado, cada 30 cm.

Tejado de tejas curvas con solape frontal, separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm, las canales recibidas todas al soporte y las cobijas en la cresta de la onda, con pelladas de mortero mixto.

El recibido de las tejas sobre soportes continuos se realizar con mortero de cal hidráulica, mortero mixto, adhesivo cementoso u otros plásticos adhesivos, según especificaciones del fabricante del sistema.

El recibido de las tejas sobre paneles de poliestireno extruido, podrá realizarse con mortero mixto, adhesivo cementoso u otros plásticos adhesivos compatibles con el aislante, tejas curvas o mixtas.

-Sistema de evacuación de aguas:

Se incluyen aquí canalones, bajantes, sumideros y rebosaderos. Se dimensionarán conforme al CTE DB HS 5. El sistema podrá ser visto u oculto.

-Materiales auxiliares: rastreles de madera o metálicos, morteros, anclajes, fijaciones, etc.

-Accesorios prefabricados: pasarelas, pasos y escaleras, para acceso al tejado, ganchos de seguridad, etc.

### 2.9.2.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales

Se evitará la segregación y contaminación formando los acopios sobre superficies que no estén contaminadas, evitando mezclar materiales de distintos tipos y acortando el tiempo de exposición a la intemperie.

Se evitará la exposición prolongada del material a la intemperie.

Se evitará la incidencia de esfuerzos violentos o golpes, así como su deformación por incidencia de los agentes atmosféricos durante las fases de almacenamiento y transporte

,para lo cual se interpondrán lonas o sacos.

### 2.9.2.3. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

### 2.9.2.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Conforme al CTE DB HE 1, apartado 7, en el pliego de condiciones del proyecto se deberán de deberán indicar las condiciones particulares de ejecución de los cerramientos de la envolvente térmica.

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

#### Ejecución

-Sistema de formación de pendientes:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.4.1, cuando la formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización, su superficie deberá ser uniforme y limpia. Y como recoge el apartado 2.4.3.1, el material que lo constituye deberá ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él. El sistema de formación de pendientes deberá tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las solicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución deberá ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

El sistema de formación de pendientes garantizará la estabilidad con flecha mínima. La superficie para apoyo de rastreles y paneles aislantes será plana y sin irregularidades que puedan dificultar la fijación de los mismos. Su constitución permitirá el anclaje mecánico de los rastreles.

- Cubierta de teja sobre forjado horizontal:

Para el sistema de formación de la pendiente y de la cámara de aireación se contemplan estos dos sistemas:

Tabiques palomeros rematados con tablero de piezas aligeradas (de arcilla cocida o de hormigón) acabadas con capa de regularización u hormigón.

En ese caso, el tablero de cerramiento superior de la cámara de aireación deberá asegurarse ante el riesgo de deslizamiento, en especial con pendientes pronunciadas; a la vez deberá quedar independiente de los elementos sobresalientes de la cubierta y con las juntas de dilatación precisas para impedir tensiones de contracción-dilatación, tanto por retracción como por oscilaciones de la temperatura.

Paneles o placas prefabricados no permeables al agua, fijados mecánicamente, bien sobre correas apoyadas en cárteras de ladrillo, en vigas metálicas o de hormigón; o bien sobre entramado de madera o estructura metálica ligera. Las placas que podrán ser prefabricadas, onduladas o grecadas, servirán para el cerramiento de la cámara de aireación, e irán fijadas mecánicamente a las correas con tornillos autorroscantes y solapadas entre sí, de manera tal que se permita el deslizamiento preciso para impedir las tensiones de origen térmico.

En el caso de recibido de las tejas con mortero, la capa de regularización del tablero tendrá un espesor de 2 cm e idénticas condiciones que la anterior.

La capa de regularización del tablero, en el caso de fijación mecánica de las tejas, tendrá un acabado fratasado, plano y sin resaltes que dificulten la disposición correcta de los rastreles o listones.

Si el soporte del tejado se compone de placas onduladas o nervadas, se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones. Solape frontal entre placas: 15 cm; solape lateral vendrá dado por la forma de la placa y será al menos de una onda. Rastreles metálicos para el anclaje de las tejas planas o mixtas se fijarán a la distancia adecuada que asegure el encaje perfecto, o del solape preciso de las tejas. En el caso de tejas curvas o mixtas recibidas con mortero, la dimensión y modulación de la onda o greca de las placas será la más adecuada a la disposición canal-cobija de las tejas. Si se trata de un mismo sistema que incluya las placas y tejas se seguirán las instrucciones del fabricante.

- Aislante térmico y/o acústico:

Deberá colocarse de forma continua y estable.

- Cubierta de teja sobre forjado horizontal:

Se podrán utilizarse mantas o paneles semirrígidos sobre el forjado entre los apoyos de la cámara ventilada.

- Cubierta no ventilada de teja sobre forjado inclinado:

Si se utilizan rastreles, el espesor del aislante coincidirá con el de estos. Cuando se utilicen paneles rígidos o paneles

semirrígidos para el aislamiento térmico, estarán dispuestos entre rastreles de madera o metálicos y adheridos al soporte mediante adhesivo bituminoso PB-II u otros compatibles. Para paneles rígidos con superficie acanalada, los canales irán paralelos a la dirección del alero y se fijarán mecánicamente al soporte resistente.

- Cubierta ventilada de teja sobre forjado inclinado:

Si se utilizan rastreles, estos se colocarán en el sentido de la pendiente albergando el material aislante, conformando la capa de aireación. La altura de los rastreles estará condicionada por los espesores del aislante térmico y de la capa de aireación. La distancia entre rastreles en función del ancho de los paneles, no será mayor de 60 cm; en caso contrario, los paneles se cortarán a la medida apropiada para su máximo aprovechamiento. La cámara de aireación presentará una altura mínima de 3 cm y quedará comunicada con el exterior.

- Capa de impermeabilización:

Podrá utilizarse en cubiertas con baja pendiente o con escaso solapo de las tejas, y en cubiertas especialmente expuestas al efecto combinado de lluvia y viento. Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15% deberán utilizarse sistemas fijados mecánicamente.

No se utilizará la capa de impermeabilización de manera sistemática o indiscriminada.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.2.2, las láminas deberán aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación. Según el apartado 2.4.3.3, cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta se aplicará y fijará de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma. La impermeabilización deberá colocarse en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente. Los solapos deberán quedar a favor de la corriente de agua y no deberán quedar alineados con los de las hileras contiguas, apartado 5.1.4.4.

Las láminas impermeabilizantes no plantearán dificultades en su fijación al sistema de formación de pendientes, ni problemas de adherencia para las tejas. Se impedirán bolsas de aire en las láminas adheridas.

Se colocarán a cubrejuntas (con solapes superiores a 8 cm y paralelos o perpendiculares a la línea de máxima pendiente). Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.3.3, tendremos distintas prescripciones, según el material del que se trate:

Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados: en pendientes comprendidas entre el 5 y el 15%, se utilizarán sistemas adheridos. Si se desea independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, se utilizarán sistemas no adheridos.

Impermeabilización con poli (cloruro de vinilo) plastificado y con etileno propileno dieno monómero: en el caso de que la cubierta no tenga protección, deberán utilizarse sistemas adheridos o fijados mecánicamente.

Impermeabilización con poliolefinas: se deberán utilizar láminas de alta flexibilidad.

Impermeabilización con un sistema de placas: el solapo de éstas deberá establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica. Deberá recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, del tipo de piezas y del solapo de las mismas, así como de la zona geográfica del emplazamiento del edificio.

- Cámara de aire:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.3, durante la construcción de la cubierta deberá impedirse que caigan cascotes, rebabas de mortero y suciedad en la cámara de aire. Cuando se disponga una cámara de aire, ésta deberá situarse en el lado exterior del aislante térmico y ventilarse mediante un conjunto de aberturas.

Quedará comunicada con el exterior, preferentemente por alero y cumbre, y tendrá un espesor mínimo de 3 cm.

En cubierta de teja ventilada sobre forjado inclinado, la cámara se podrá conseguir con los rastreles únicamente o añadiendo a éstos un entablado de aglomerado fenólico o una chapa ondulada.

En cubierta de teja sobre forjado horizontal, la cámara permitirá la difusión del vapor de agua a través de aberturas al exterior dispuestas de manera que se garantice la ventilación cruzada. A tal efecto las salidas de aire se situarán por encima de las entradas a la máxima distancia que permita la inclinación de la cubierta; unas y otras, se dispondrán enfrentadas; preferentemente con aberturas en continuo. Estas aberturas irán protegidas para impedir el acceso de insectos, aves y roedores. En el caso de que se trate de limitar el efecto de las condensaciones, además del aislante que se sitúe sobre el forjado horizontal, la capa bajo teja aportará el aislante térmico preciso.

- Tejado:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.3, deberá recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar la estabilidad y capacidad de adaptación del tejado a movimientos diferenciales, dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio. El solapo de las piezas se establecerá de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

Para uso de vivienda, No se admiten sistemas en que la estabilidad del tejado se fie exclusivamente al propio peso de la teja, como la colocación a teja vana.

En el caso de tejas curvas, mixtas y planas recibidas con mortero, el recibido deberá realizarse de forma continua para impedir la rotura de piezas en los trabajos de mantenimiento o acceso a instalaciones. Las piezas cobija, se recibirán siempre en aleros, cumbres y bordes laterales de faldón y demás puntos singulares. En pendientes de cubierta mayores del 70% y zonas de máxima intensidad de viento, se fijarán la totalidad de las tejas. Cuando las condiciones lo permitan y si no se fijan la totalidad de las tejas, se alternarán fila e hilera. Se seguirán las indicaciones del fabricante

para el solapo de las tejas o su encaje, a efectos de la estanquidad al agua, así como su sistema de adherencia o fijación. Las piezas canales se colocarán todas recibidas con mortero o adhesivo sobre el soporte. Las piezas cobijas se recibirán en el porcentaje preciso para garantizar la estabilidad del tejado frente al efecto de deslizamiento y a las acciones del viento, y dejarán separación libre de paso de agua comprendido entre 3 y 5 cm. En el caso de tejas recibidas con mortero sobre paneles de poliestireno extruido acanalados, la pendiente no excederá del 49%; existirá la precisa correspondencia morfológica y las tejas queden perfectamente encajadas sobre las placas. Se recibirán todas las tejas de aleros, cumbres, bordes laterales de faldón, limahoyas y limatesas y demás puntos singulares. El mortero será bastardo de cal, cola u otros másticos adhesivos compatibles con el aislante y las tejas, se atenderá a las especificaciones del fabricante del sistema.

En el caso de tejas curvas y mixtas recibidas sobre chapas onduladas en sus distintos formatos, el acoplamiento entre la teja y el soporte ondulado resulta imprescindible para la estabilidad del tejado, por lo que se estará a las especificaciones del fabricante del sistema sobre la idoneidad de cada chapa al subtipo de teja seleccionado. La adherencia de la teja al soporte se consigue con una pellada de mortero mixto aplicada a la cresta de la onda para chapa ondulada con teja curva, o a la parte plana de la placa mixta con teja curva o mixta. También puede aplicarse adhesivo cementoso, como adhesivo,

En el caso de fijación mediante rastreles metálicos sobre chapas onduladas, los rastreles serán perfiles omega de chapa de acero galvanizado de 060 mm de espesor mínimo, dispuestos en paralelo al alero y fijados en las crestas de las ondas con remaches tipo flor. Las tejas se fijarán a los rastreles metálicos con tornillos rosca chapa y se harán del mismo modo que para rastreles de madera. Se seguirán las especificaciones del fabricante del sistema.

En el caso de tejas planas y mixtas fijadas mediante listones y rastreles de madera o entablados, la escuadría de rastreles y listones de madera será la que se determine para cada caso, fijándose al soporte con la frecuencia precisa tanto para asegurar su estabilidad como para impedir su alabeo. Podrán ser de madera de pino, estabilizadas sus tensiones para impedir alabeos, seca, y tratada contra el ataque de hongos e insectos. Los tramos de rastreles o listones se colocarán con una separación entre uno u otro de 1 cm, fijando los extremos a ambos lados de la junta. Los rastreles se interrumpirán respetando las juntas de dilatación del edificio y de la cubierta. Cuando el tipo de soporte lo permita, los listones se fijarán con clavos de acero templado y los rastreles, previamente perforados, se fijarán con tirafondos. En caso de existir una capa de regularización de tableros, sobre las que hayan de fijarse listones o rastreles, tendrá un espesor mayor o igual que 3 cm. Los clavos penetrarán 2,5 cm en rastreles de al menos 5 cm. Los listones y rastreles de madera o entablados se fijarán al soporte tanto para asegurar su estabilidad como para impedir su alabeo. La distancia entre listones o rastreles de madera será tal que coincidan los encajes de las tejas o, si no disponen estas de encaje, tal que el solapo garantice la estabilidad y estanquidad de la cubierta. Los clavos y tornillos para la fijación de la teja a los rastreles o listones de madera serán preferentemente de cobre o de acero inoxidable, y los enganches y corchetes de acero inoxidable o acero cincado. La utilización de fijaciones de acero galvanizado, se reserva para aplicaciones con escaso riesgo de corrosión. Se impedirá la utilización de acero sin tratamiento anticorrosión.

Si por el tipo de soporte no se pueda realizar una fijación mecánica de los rastreles de madera se fijarán con mortero de cemento de la manera que se explica a continuación: en las caras laterales, los rastreles llevarán puntas de 3 cm clavadas cada 20 cm, de forma que penetren en el rastrel 1,5 cm. A ambos lados del rastrel y a todo lo largo del mismo se extenderá mortero de cemento, de manera que las puntas clavadas en sus cantos queden recubiertas totalmente, rellenando también las holguras entre rastrel y soporte.

- Disposición de listones, rastreles y entablados:

Enlistonado sencillo sobre soporte continuo de albañilería (capa de compresión de forjados o capa de regularización de albañilería). Los listones de madera se fijarán mecánicamente al soporte cada 50 cm con clavos de acero templado, con su cara mayor apoyada sobre el soporte en el sentido normal al de la máxima pendiente, a la distancia que exija la dimensión de la teja.

Enlistonado doble sobre soporte continuo de albañilería (capa de compresión de forjados o capa de regularización de albañilería).

La primera capa de rastreles de madera, tiene la función la ubicación del aislante térmico, y en su caso, la formación de la capa de aireación, se dispondrán apoyados sobre el soporte, en el sentido de la pendiente y fijados con tirafondos mecánicamente al soporte cada 50 cm. La separación entre listones, dependerá del ancho de los paneles aislantes que hayan de ubicarse entre los mismos, si el ancho de los paneles es mayor de 60 cm los paneles se cortarán. La escuadría de estos rastreles, se tendrá en cuenta el espesor del aislante y, en su caso, el de la capa de aireación; la suma de ambos determinará la altura del rastrel; la otra dimensión será proporcionada y apta para el apoyo y fijación. Una vez colocados los paneles aislantes que se fijarán por puntos al soporte con adhesivo compatible, se dispondrán los rastreles o listones paralelos al alero, con su cara mayor apoyada sobre los rastreles anteriores, fijados en cada cruce, a la distancia que exija la dimensión de la teja.

Entablado sobre rastreles. Tableros de aglomerado fenólico, de espesor mínimo 2 cm, fijados sobre los rastreles, como protección del aislante o, en su caso, cierre de la cámara de aireación. Los rastreles tendrán un canto capaz para albergar la capa de aislante y en su caso la de aireación, su ancho mínimo será de 7 cm, para que los paneles de aglomerado fenólico apoyen al menos 3 cm con junta de 1 cm. Se colocarán en el sentido de la máxima pendiente y a una distancia entre ejes tal que se acomode a la modulación de los tableros y de los paneles aislantes con el máximo aprovechamiento; la distancia entre ejes no deberá exceder de 68 cm para tableros de 2 cm de espesor. Para las tejas planas o mixtas provistas de encaje vertical y lateral, los listones o rastreles se situarán a la distancia que exija la dimensión de la teja. Los empalmes de rastreles estarán separados 1 cm. Sobre los listones o rastreles las tejas se pueden colocar: simplemente apoyadas mediante los tetones de que las tejas planas están dotadas, adheridas por puntos o fijadas mecánicamente, si presentaran las precisas perforaciones. Para la fijación de la teja a los rastreles o

listones de madera, se usarán preferentemente clavos y tornillos cobre o de acero inoxidable, siendo los enganches y corchetes de acero inoxidable o de acero cincado (electrolítico). Las fijaciones de acero galvanizado, se reservan para aplicaciones con escaso riesgo de corrosión. No se utilizará acero sin tratamiento anticorrosivo.

- Sistema de evacuación de aguas:

- Canalones:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.2.9, para la formación del canalón deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados. Se colocarán con una pendiente hacia el desagüe del 1% mínimo.

Los canalones, en función de su emplazamiento en el faldón, pueden ser: vistos, para la recogida de las aguas del faldón en el borde del alero; ocultos, para la recogida de las aguas del faldón en el interior de éste. En ambos casos los canalones se dispondrán con ligera pendiente hacia el exterior, favoreciendo el derrame hacia afuera, de manera que un eventual embalsamiento no revierta al interior.

En canalones vistos, el borde más cercano a la fachada se colocará de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo. Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón volarán al menos 5 cm sobre el mismo.

En canalones de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las que se sujetará la chapa, se deberá ajustar a la forma de la misma y serán de pletina de acero galvanizado. Se colocarán a una distancia máxima de 50 cm y remetido al menos 1,5 cm de la línea de tejas del alero. Cuando se utilicen sistemas prefabricados, con acreditación de calidad o documento de idoneidad técnica, se seguirán las instrucciones del fabricante.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.2.9, cuando el canalón esté situado junto a un paramento vertical deberán disponerse:

Cuando el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo.

Cuando el encuentro sea en la parte superior del faldón, los elementos de protección por encima de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo.

Elementos de protección realizados in situ o prefabricados de tal forma que cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas.

Y si está situado en una zona intermedia del faldón se colocará de tal forma que el ala del canalón se extienda por debajo de las piezas del tejado un mínimo de 10 cm, la separación entre las piezas del tejado a ambos lados del canalón sea de 20 cm como mínimo y el ala inferior del canalón deberá ir por encima de las piezas del tejado.

Cada bajante servirá 20 m de canalón como máximo.

- Canaletas de recogida:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 3.2, el diámetro de los sumideros de las canaletas de recogida del agua en los muros parcialmente estancos deberá ser 110 mm como mínimo. Las pendientes mínima y máxima de la canaleta y el número mínimo de sumideros en función del grado de impermeabilidad exigido al muro deberán ser los que se indican en la tabla 3.3.

- Puntos singulares. Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.4:

Encuentro de la cubierta con un paramento vertical: deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados. Los elementos de protección deberán cubrir como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm de altura por encima del tejado y su remate deberá realizarse de forma similar a la descrita en las cubiertas planas. Cuando el encuentro se produzca en la parte inferior del faldón, deberá disponerse un canalón. Cuando el encuentro se produzca en la parte superior o lateral del faldón, los elementos de protección deberán colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro.

Alero: las piezas del tejado volarán un mínimo de 5 cm y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero. En tejados de pizarra o de teja, se adoptará una solución para impedir la filtración de agua a través de la unión de la primera hilada del tejado y el alero, como por ejemplo realizar en el borde un recalde de asiento de las piezas de la primera hilada de tal manera que tengan la misma pendiente que las de las siguientes.

Borde lateral: se dispondrán piezas especiales que vuelen lateralmente más de 5 cm o baberos protectores realizados in situ. En el último caso el borde puede rematarse con piezas especiales o con piezas normales que vuelen 5 cm.

Limahoyas: se dispondrán elementos de protección realizados in situ o prefabricados. La separación entre las piezas del tejado de los dos faldones deberá ser 20 cm como mínimo. Y estas piezas de tejado deberán sobresalir 5 cm como mínimo sobre la limahoya.

Cumbreras y limatesas: se colocarán piezas especiales, que deberán solapar 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones. Se fijarán las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbrera y la limatesa. Si no es posible el solape entre las piezas de una cumbrera en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbreras este encuentro deberá impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.

Encuentro de la cubierta con elementos pasantes: estos los elementos pasantes no se dispondrán en las limahoyas. La parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante deberá resolverse de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo. En el perímetro del encuentro deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados, que cubran una banda del elemento pasante por encima del tejado de 20 cm de altura como mínimo.

Lucernarios: se impermeabilizarán las zonas del faldón que se encuentren en contacto con el precerco o el cerco del lucernario mediante elementos de protección realizados in situ o prefabricados. En la parte inferior del lucernario se

colocarán elementos de protección por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro y en la superior por debajo y prolongarse 10 cm como mínimo.

Anclaje de elementos: Deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados, que deberán cubrir una banda del elemento anclado de una altura de 20 cm como mínimo por encima del tejado. No se colocarán en las limahoyas

Juntas de dilatación: cuando exista un faldón continuo de más de 25 m, o cuando entre las juntas del edificio la distancia sea mayor de 15 m, se estudiará la si es oportuno formar juntas de cubierta, en función de las condiciones climáticas del lugar y del subtipo de tejado.

Se paralizarán los trabajos cuando en caso de lluvia, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h. En este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse. Cuando se interrumpan los trabajos deberán protegerse adecuadamente los materiales, y el faldón si se desea evitar entradas de humedad.

#### **2.9.2.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

El forjado deberá cumplir ciertas características:

Permitir la colocación correcta de la impermeabilización, presentando una superficie del forjado deberá ser uniforme, plana, estar limpia y carecer de cuerpos extraños. Garantizar la estabilidad, con flecha mínima.

Permitir el anclaje mecánico de los rastreles.

#### **2.9.2.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Se retirarán los materiales o unidades de obra que no se ajusten a lo especificado. O, en su caso, en su caso, se demolerá o reparará la parte de obra afectada. Motivos para la no aceptación:

-Chapa conformada:

El sentido de colocación de las chapas es contrario al que se especifica. Falta de ajuste en la sujeción de las chapas.

Rastreles no paralelos a la línea de cumbrera. Errores superiores a 1 cm/m, o más de 3 cm para toda la longitud. Vuelo del alero errores de 5 cm o no mayor de 35 cm.

Solapes longitudinales de las chapas inferiores a lo especificado en más de 2 mm.

-Pizarra:

Clavado de las piezas deficiente.

Falta de paralelismo entre las hiladas y la línea del alero con errores superiores a  $\pm 10$  mm/m comprobada con regla de 1 m y/o  $\pm 50$  mm/total. Solapes laterales de las pizarras inferiores a 10 cm.

Planeidad de la capa de yeso: errores superiores a  $\pm 3$  mm medida con regla de 1 m.

-Teja:

El paso de agua entre cobijas mayor de 5 cm o menor de 3 cm.

Falta de paralelismo entre dos hiladas consecutivas con errores superiores a  $\pm 20$  mm (teja de arcilla cocida) o  $\pm 10$  mm (teja de mortero de cemento). Falta de paralelismo entre las hiladas y la línea del alero con errores superiores a  $\pm 100$  mm.

Fallo de alineación entre dos tejas consecutivas con errores superiores a  $\pm 10$  mm.

Fallo de alineación de la hilada con errores superiores a  $\pm 20$  mm (teja de arcilla cocida) o  $\pm 10$  mm (teja de mortero de cemento). Solape entre piezas con errores superiores a  $\pm 5$  mm.

#### **2.9.2.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Se utilizarán piezas para elementos singulares especialmente concebidas y fabricadas para este fin, o bien se detallarán soluciones constructivas de solapo y goterón, en el proyecto, evitando uniones rígidas o el empleo de materiales elásticos sin garantía de la precisa durabilidad. (Caballetes, aleros, limatesas y limahoyas, remates laterales, encuentros con muros, chimeneas, u otros elementos sobresalientes, ventilación, etc.).

#### **2.9.2.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Si se dieran condiciones especialmente adversas una vez realizados los trabajos (lluvia, nieve o velocidad del viento superior a 50 km/h), se revisarán, asegurando las partes realizadas.

No se recibirán elementos sobre la cobertura que la perforen o dificulten su desagüe, como antenas y mástiles, que deberán ir sujetos a paramentos.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.9.2.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

-En la formación de faldones:

Pendientes.

Forjados inclinados: se controlará como una estructura.

Fijación de ganchos de seguridad para el montaje de la cobertura.

Tableros sobre tabiquillos: tabiquillos, controlar como tabiques. Tableros, independizados de los tabiquillos. Ventilación de las cámaras.

**-Aislante térmico:**

Correcta colocación del aislante, según especificaciones de proyecto. Continuidad. Espesor.

**-Limas, canalones y puntos singulares:**

Fijación y solapo de piezas.

Material y secciones especificados en proyecto. Juntas para dilatación.

Se comprobarán los encuentros entre faldones y paramentos.

**-Canalones:**

Longitud de tramo entre bajantes menor o igual que 10 m. Distancia entre abrazaderas de fijación. Unión a bajantes.

-Impermeabilización, en su caso: controlar como cubierta plana.

**-Base de la cobertura:**

Correcta colocación, en su caso, de rastreles o perfiles para fijación de piezas. Se comprobará la planeidad con regla de 2 m.

**-Piezas de cobertura:**

Pendiente mínima, Conforme al CTE DB HS 1, tabla 2.10 en función del tipo de tejado, cuando no haya capa de impermeabilización. Tejas curvas:

-Replanteo previo de líneas de máxima y mínima pendiente.

Paso entre cobijas.

Recibido de las tejas.

-Cumbrera y limatesas: disposición y macizado de las tejas, solapes de 10 cm.

-Alero: vuelo, recalce y macizado de las tejas.

**-Otras tejas:**

Replanteo previo de las pendientes.

Fijación según instrucciones del fabricante para el tipo y modelo.

-Cumbreras, limatesas y remates laterales: piezas especiales.

**Prueba de servicio:**

Riego continuo de la superficie de la cubierta y de los puntos singulares. La Dirección Facultativa dictaminará los puntos singulares que considere de mayor riesgo y en los que se incidirá especialmente en el riego continuo.

Se utilizarán los dispositivos idóneos de riego, con los que se rociará homogénea e ininterrumpidamente la cubierta con agua durante el tiempo que deba durar la prueba, y no menos de 8 horas. La intensidad de riego mínima será 0,25 l/m<sup>2</sup>min. Deberá actuar directamente y de manera simultánea sobre todas las superficies de la unidad de inspección objeto de la prueba.

**2.9.2.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

-m<sup>2</sup> de cubierta, totalmente terminada, medida sobre los planos inclinados y no referida a su proyección horizontal, incluyendo los solapos, parte proporcional de mermas y roturas, con todos los accesorios precisos; así como colocación, sellado, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen, forjados canalones ni sumideros.

**2.9.2.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Acero galvanizado, solo se colocará en cubiertas en las que pueda tener contacto con materiales ácidos y alcalinos; o con metales, excepto con el aluminio, que puedan formar pares galvánicos.

A evitar: el contacto con el acero no protegido a corrosión, yeso fresco, cemento fresco, maderas de roble o castaño, aguas procedentes de contacto con cobre.

Podrá utilizarse en contacto con aluminio: plomo, estaño, cobre estañado, acero inoxidable, cemento fresco (sólo para el recibido de los remates de paramento);

En el caso de estar el cobre situado por debajo del acero galvanizado, podrá aislarse mediante una banda de plomo.

No se utilizarán morteros ricos en cemento para el recibido de tejas.

**2.9.2.12. Verificaciones y pruebas de servicio**

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:



- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

Deberán realizarse, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, además de otras las que puedan establecerse con carácter voluntario. Bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas.

### 2.9.3. TEJAS Y COBERTURAS

#### 2.9.3.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos: conductividad térmica factor de resistencia a la difusión del vapor de agua densidad  $\rho$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica. Según CTE DB HE 1, apartado 6.

Deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>. Según DB HR, apartado 4.1.

#### Elementos que normalmente compondrán las cubiertas inclinadas.

- Sistema de formación de pendientes: Sistema colocado sobre un soporte resistente que no presente la pendiente suficiente.

Para cubiertas sobre forjados horizontales:

Formación de pendiente mediante apoyos a base de tabicones de ladrillo, tablero de piezas aligeradas machihembradas de arcilla cocida u hormigón recibidas con pasta de yeso y capa de regularización de espesor 30 mm con hormigón, tamaño máximo del árido 10 mm, acabado fratasado.

Estructura metálica ligera.

Placas onduladas o nervadas de fibrocemento, fijadas mecánicamente a las correas, solapadas lateralmente una onda y frontalmente en una dimensión de 30 mm como mínimo.

-Aislamiento térmico/acústico:

El material del aislamiento térmico deberá tener una cohesión y una estabilidad suficientes para proporcionar al sistema la solidez precisa frente a las solicitaciones mecánicas (CTE DB HS 1).

Se utilizarán materiales con una conductividad térmica declarada menor a 0,06 W/mK a 10° C y una resistencia térmica declarada mayor a 0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Los materiales de relleno de las cámaras, utilizados para aplicaciones acústicas, se caracterizan por la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en kPa·s/m<sup>2</sup>, obtenida según UNE-EN 29053:1994. Se verificará que se corresponde con la especificada en proyecto (CTE DB HR).

Cubierta de teja sobre forjado inclinado, no ventilada se pueden usar paneles de: perlita expandida (EPB), poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano (PUR), mantas aglomeradas de lana mineral (MW), etc.

Cubierta de teja sobre forjado inclinado, ventilada se pueden usar paneles de: perlita expandida (EPB), poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano (PUR), mantas aglomeradas de lana mineral (MW); dispuestos entre los rastreles de madera y anclados al soporte mediante adhesivo laminar en toda su superficie.

Sobre el forjado horizontal, se pueden usar: lana mineral (MW), poliestireno extruido (XPS), poliestireno expandido (EPS), poliuretano (PUR), perlita expandida (EPB), poliisocianurato (PIR).

-Capa de impermeabilización:

Se pueden utilizar los siguientes materiales, u otros de características similares:

Materiales bituminosos y bituminosos modificados, las láminas podrán ser de oxiasfalto o de betún modificado, poli (cloruro de vinilo) plastificado, etileno propileno dieno monómero, poliolefinas y sistemas de placas.

Cuando se coloquen tejas clavadas se puede usar sistema monocapa, constituida por una lámina de betún modificado LBM-30, soldada completamente al soporte resistente, previa imprimación con emulsión asfáltica.

Cuando las tejas se reciban con mortero se podrá colocar un sistema monocapa, constituido por una lámina de betún modificado LBM-40/G, soldada completamente al soporte resistente, con previa imprimación de emulsión asfáltica; o de lámina autoadhesiva de betún modificado LBA-15, de masa 1,5 kg/m<sup>2</sup> (tipo mínimo).

Si no se colocan tejas, se puede usar un sistema monocapa sobre el aislante térmico, constituida por una lámina de betún modificado con autoprotección mineral LBM-50/G- FP y armadura de fieltro de poliéster.

Si la pendiente fuera baja, o el solapo entre piezas sea escaso, o en el caso de cubiertas expuestas al efecto del viento y lluvia se podría utilizar el sistema anterior, utilizando láminas asfálticas o de otro tipo, que puedan fijarse al sistema de formación de pendientes, y que no presenten problemas de adherencia para las tejas.

Cuando la capa bajo teja esté construida por chapas onduladas o nervadas solapadas, u otros elementos que presten similares condiciones de estanquidad, la utilización de capa de impermeabilización resulta imprecisa.

En todo caso la imprimación tiene que ser del mismo material que la lámina.

**-Cobertura (Tejado):**

Cubiertas sobre forjado inclinado, no ventiladas, el tejado podrá ser:

Tejado de tejas mixtas de hormigón con solape frontal y encaje lateral; fijadas con clavos sobre listones de madera, dispuestos en el sentido normal al de la máxima pendiente y fijados a su vez al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm.

Tejado de tejas de arcilla cocida planas con encajes frontal y lateral; fijadas con clavos sobre tablero aglomerado fenólico de espesor 20 mm; clavado éste cada 30 cm a rastreles de madera, fijados al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm.

Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, con solape frontal y separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm; las canales recibidas todas al soporte y las cobijas recibidas con mortero mixto sobre paneles de poliestireno extruido de superficie acanalada.

Para cubiertas sobre forjado inclinado, ventiladas, el tejado podrá ser:

Tejado de tejas mixtas de hormigón con solape frontal y encaje lateral, fijadas con clavos sobre listones de madera, dispuestos en el sentido normal al de la máxima pendiente. Tejado de tejas de arcilla cocida planas con encajes frontal y lateral, fijadas con clavos sobre tablero aglomerado fenólico de espesor 20 mm; clavado éste, cada 30 cm, a rastreles de madera, dispuestos en el sentido de la máxima pendiente y fijados al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm

Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, recibidas sobre chapa ondulada de fibrocemento, fijada a rastreles de madera, dispuestos en el sentido normal a la máxima pendiente y fijados al soporte resistente según instrucciones del fabricante del sistema.

Para cubiertas sobre forjado horizontal, el tejado podrá ser:

Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, con solape frontal, separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm, las canales recibidas todas al soporte y las cobijas recibidas, con mortero mixto al soporte o adhesivo.

Tejado de tejas de arcilla cocida planas o mixtas con encajes frontal y lateral, cogidas con clavos sobre listones de madera fijados mecánicamente al soporte con clavos de acero templado, cada 30 cm.

Tejado de tejas curvas con solape frontal, separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm, las canales recibidas todas al soporte y las cobijas en la cresta de la onda, con pelladas de mortero mixto.

El recibido de las tejas sobre soportes continuos se realizar con mortero de cal hidráulica, mortero mixto, adhesivo cementoso u otros plásticos adhesivos, según especificaciones del fabricante del sistema.

El recibido de las tejas sobre paneles de poliestireno extruido, podrá realizarse con mortero mixto, adhesivo cementoso u otros plásticos adhesivos compatibles con el aislante, tejas curvas o mixtas.

**-Sistema de evacuación de aguas:**

Se incluyen aquí canalones, bajantes, sumideros y rebosaderos. Se dimensionarán conforme al CTE DB HS 5. El sistema podrá ser visto u oculto.

-Materiales auxiliares: rastreles de madera o metálicos, morteros, anclajes, fijaciones, etc.

-Accesorios prefabricados: pasarelas, pasos y escaleras, para acceso al tejado, ganchos de seguridad, etc.

**2.9.3.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Se evitará la segregación y contaminación formando los acopios sobre superficies que no estén contaminadas, evitando mezclar materiales de distintos tipos y acortando el tiempo de exposición a la intemperie.

Se evitará la exposición prolongada del material a la intemperie.

Se evitará la incidencia de esfuerzos violentos o golpes, así como su deformación por incidencia de los agentes atmosféricos durante las fases de almacenamiento y transporte, para lo cual se interpondrán lonas o sacos.

**2.9.3.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

**2.9.3.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Conforme al CTE DB HE 1, apartado 7, en el pliego de condiciones del proyecto se deberán de deberán indicar las condiciones particulares de ejecución de los cerramientos de la envolvente térmica.

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

**Ejecución**

-Sistema de formación de pendientes:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.4.1, cuando la formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización, su superficie deberá ser uniforme y limpia. Y como recoge el apartado 2.4.3.1, el material que lo constituye deberá ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él. El sistema de formación de pendientes deberá tener una cohesión y estabilidad suficientes

frente a las solicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución deberá ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

El sistema de formación de pendientes garantizará la estabilidad con flecha mínima. La superficie para apoyo de rastreles y paneles aislantes será plana y sin irregularidades que puedan dificultar la fijación de los mismos. Su constitución permitirá el anclaje mecánico de los rastreles.

- Cubierta de teja sobre forjado horizontal:

Para el sistema de formación de la pendiente y de la cámara de aireación se contemplan estos dos sistemas:

Tabiques palomeros rematados con tablero de piezas aligeradas (de arcilla cocida o de hormigón) acabadas con capa de regularización u hormigón.

En ese caso, el tablero de cerramiento superior de la cámara de aireación deberá asegurarse ante el riesgo de deslizamiento, en especial con pendientes pronunciadas; a la vez deberá quedar independiente de los elementos sobresalientes de la cubierta y con las juntas de dilatación precisas para impedir tensiones de contracción-dilatación, tanto por retracción como por oscilaciones de la temperatura.

Paneles o placas prefabricados no permeables al agua, fijados mecánicamente, bien sobre correas apoyadas en cárteras de ladrillo, en vigas metálicas o de hormigón; o bien sobre entramado de madera o estructura metálica ligera. Las placas que podrán ser prefabricadas, onduladas o grecadas, servirán para el cerramiento de la cámara de aireación, e irán fijadas mecánicamente a las correas con tornillos autorroscantes y solapadas entre sí, de manera tal que se permita el deslizamiento preciso para impedir las tensiones de origen térmico.

En el caso de recibido de las tejas con mortero, la capa de regularización del tablero tendrá un espesor de 2 cm e idénticas condiciones que la anterior.

La capa de regularización del tablero, en el caso de fijación mecánica de las tejas, tendrá un acabado fratasado, plano y sin resaltes que dificulten la disposición correcta de los rastreles o listones.

Si el soporte del tejado se compone de placas onduladas o nervadas, se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones. Solape frontal entre placas: 15 cm; solape lateral vendrá dado por la forma de la placa y será al menos de una onda. Rastreles metálicos para el anclaje de las tejas planas o mixtas se fijarán a la distancia adecuada que asegure el encaje perfecto, o del solape preciso de las tejas. En el caso de tejas curvas o mixtas recibidas con mortero, la dimensión y modulación de la onda o greca de las placas será la más adecuada a la disposición canal-cobija de las tejas. Si se trata de un mismo sistema que incluya las placas y tejas se seguirán las instrucciones del fabricante.

- Aislante térmico y/o acústico:

Deberá colocarse de forma continua y estable.

- Cubierta de teja sobre forjado horizontal:

Se podrán utilizarse mantas o paneles semirrígidos sobre el forjado entre los apoyos de la cámara ventilada.

- Cubierta no ventilada de teja sobre forjado inclinado:

Si se utilizan rastreles, el espesor del aislante coincidirá con el de estos. Cuando se utilicen paneles rígidos o paneles semirrígidos para el aislamiento térmico, estarán dispuestos entre rastreles de madera o metálicos y adheridos al soporte mediante adhesivo bituminoso PB-II u otros compatibles. Para paneles rígidos con superficie acanalada, los canales irán paralelos a la dirección del alero y se fijarán mecánicamente al soporte resistente.

- Cubierta ventilada de teja sobre forjado inclinado:

Si se utilizan rastreles, estos se colocarán en el sentido de la pendiente albergando el material aislante, conformando la capa de aireación. La altura de los rastreles estará condicionada por los espesores del aislante térmico y de la capa de aireación. La distancia entre rastreles en función del ancho de los paneles, no será mayor de 60 cm; en caso contrario, los paneles se cortarán a la medida apropiada para su máximo aprovechamiento. La cámara de aireación presentará una altura mínima de 3 cm y quedará comunicada con el exterior.

- Capa de impermeabilización:

Podrá utilizarse en cubiertas con baja pendiente o con escaso solapo de las tejas, y en cubiertas especialmente expuestas al efecto combinado de lluvia y viento. Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15% deberán utilizarse sistemas fijados mecánicamente.

No se utilizará la capa de impermeabilización de manera sistemática o indiscriminada.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.2.2, las láminas deberán aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación. Según el apartado 2.4.3.3, cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta se aplicará y fijará de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma. La impermeabilización deberá colocarse en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente. Los solapos deberán quedar a favor de la corriente de agua y no deberán quedar alineados con los de las hileras contiguas, apartado 5.1.4.4.

Las láminas impermeabilizantes no plantearán dificultades en su fijación al sistema de formación de pendientes, ni problemas de adherencia para las tejas. Se impedirán bolsas de aire en las láminas adheridas.

Se colocarán a cubrejuntas (con solapes superiores a 8 cm y paralelos o perpendiculares a la línea de máxima pendiente). Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.3.3, tendremos distintas prescripciones, según el material del que se trate:

Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados: en pendientes comprendidas entre el 5 y

el 15%, se utilizarán sistemas adheridos. Si se desea independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, se utilizarán sistemas no adheridos.

Impermeabilización con poli (cloruro de vinilo) plastificado y con etileno propileno dieno monómero: en el caso de que la cubierta no tenga protección, deberán utilizarse sistemas adheridos o fijados mecánicamente.

Impermeabilización con poliolefinas: se deberán utilizar láminas de alta flexibilidad.

Impermeabilización con un sistema de placas: el solapo de éstas deberá establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica. Deberá recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, del tipo de piezas y del solapo de las mismas, así como de la zona geográfica del emplazamiento del edificio.

- Cámara de aire:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.3, durante la construcción de la cubierta deberá impedirse que caigan cascotes, rebabas de mortero y suciedad en la cámara de aire. Cuando se disponga una cámara de aire, ésta deberá situarse en el lado exterior del aislante térmico y ventilarse mediante un conjunto de aberturas.

Quedará comunicada con el exterior, preferentemente por alero y cumbrera, y tendrá un espesor mínimo de 3 cm.

En cubierta de teja ventilada sobre forjado inclinado, la cámara se podrá conseguir con los rastreles únicamente o añadiendo a éstos un entablado de aglomerado fenólico o una chapa ondulada.

En cubierta de teja sobre forjado horizontal, la cámara permitirá la difusión del vapor de agua a través de aberturas al exterior dispuestas de manera que se garantice la ventilación cruzada. A tal efecto las salidas de aire se situarán por encima de las entradas a la máxima distancia que permita la inclinación de la cubierta; unas y otras, se dispondrán enfrentadas; preferentemente con aberturas en continuo. Estas aberturas irán protegidas para impedir el acceso de insectos, aves y roedores. En el caso de que se trate de limitar el efecto de las condensaciones, además del aislante que se sitúe sobre el forjado horizontal, la capa bajo teja aportará el aislante térmico preciso.

- Tejado:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.3, deberá recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar la estabilidad y capacidad de adaptación del tejado a movimientos diferenciales, dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio. El solapo de las piezas se establecerá de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

Para uso de vivienda, No se admiten sistemas en que la estabilidad del tejado se fie exclusivamente al propio peso de la teja, como la colocación a teja vana.

En el caso de tejas curvas, mixtas y planas recibidas con mortero, el recibido deberá realizarse de forma continua para impedir la rotura de piezas en los trabajos de mantenimiento o acceso a instalaciones. Las piezas cobija, se recibirán siempre en aleros, cumbreras y bordes laterales de faldón y demás puntos singulares. En pendientes de cubierta mayores del 70% y zonas de máxima intensidad de viento, se fijarán la totalidad de las tejas. Cuando las condiciones lo permitan y si no se fijan la totalidad de las tejas, se alternarán fila e hilera. Se seguirán las indicaciones del fabricante para el solapo de las tejas o su encaje, a efectos de la estanquidad al agua, así como su sistema de adherencia o fijación. Las piezas canales se colocarán todas recibidas con mortero o adhesivo sobre el soporte. Las piezas cobijas se recibirán en el porcentaje preciso para garantizar la estabilidad del tejado frente al efecto de deslizamiento y a las acciones del viento, y dejarán separación libre de paso de agua comprendido entre 3 y 5 cm. En el caso de tejas recibidas con mortero sobre paneles de poliestireno extruido acanalados, la pendiente no excederá del 49%; existirá la precisa correspondencia morfológica y las tejas queden perfectamente encajadas sobre las placas. Se recibirán todas las tejas de aleros, cumbreras, bordes laterales de faldón, limahoyas y limatesas y demás puntos singulares. El mortero será bastardo de cal, cola u otros másticos adhesivos compatibles con el aislante y las tejas, se atenderá a las especificaciones del fabricante del sistema.

En el caso de tejas curvas y mixtas recibidas sobre chapas onduladas en sus distintos formatos, el acoplamiento entre la teja y el soporte ondulado resulta imprescindible para la estabilidad del tejado, por lo que se estará a las especificaciones del fabricante del sistema sobre la idoneidad de cada chapa al subtipo de teja seleccionado. La adherencia de la teja al soporte se consigue con una pellada de mortero mixto aplicada a la cresta de la onda para chapa ondulada con teja curva, o a la parte plana de la placa mixta con teja curva o mixta. También puede aplicarse adhesivo cementoso, como adhesivo,

En el caso de fijación mediante rastreles metálicos sobre chapas onduladas, los rastreles serán perfiles omega de chapa de acero galvanizado de 060 mm de espesor mínimo, dispuestos en paralelo al alero y fijados en las crestas de las ondas con remaches tipo flor. Las tejas se fijarán a los rastreles metálicos con tornillos rosca chapa y se harán del mismo modo que para rastreles de madera. Se seguirán las especificaciones del fabricante del sistema.

En el caso de tejas planas y mixtas fijadas mediante listones y rastreles de madera o entablados, la escuadría de rastreles y listones de madera será la que se determine para cada caso, fijándose al soporte con la frecuencia precisa tanto para asegurar su estabilidad como para impedir su alabeo. Podrán ser de madera de pino, estabilizadas sus tensiones para impedir alabeos, seca, y tratada contra el ataque de hongos e insectos. Los tramos de rastreles o listones se colocarán con una separación entre uno u otro de 1 cm, fijando los extremos a ambos lados de la junta. Los rastreles se interrumpirán respetando las juntas de dilatación del edificio y de la cubierta. Cuando el tipo de soporte lo permita, los listones se fijarán con clavos de acero templado y los rastreles, previamente perforados, se fijarán con tirafondos. En caso de existir una capa de regularización de tableros, sobre las que hayan de fijarse listones o rastreles, tendrá un espesor mayor o igual que 3 cm. Los clavos penetrarán 2,5 cm en rastreles de al menos 5 cm. Los listones

y rastreles de madera o entablados se fijarán al soporte tanto para asegurar su estabilidad como para impedir su alabeo. La distancia entre listones o rastreles de madera será tal que coincidan los encajes de las tejas o, si no disponen estas de encaje, tal que el solapo garantice la estabilidad y estanquidad de la cubierta. Los clavos y tornillos para la fijación de la teja a los rastreles o listones de madera serán preferentemente de cobre o de acero inoxidable, y los enganches y corchetes de acero inoxidable o acero cincado. La utilización de fijaciones de acero galvanizado, se reserva para aplicaciones con escaso riesgo de corrosión. Se impedirá la utilización de acero sin tratamiento anticorrosión.

Si por el tipo de soporte no se pueda realizar una fijación mecánica de los rastreles de madera se fijarán con mortero de cemento de la manera que se explica a continuación: en las caras laterales, los rastreles llevarán puntas de 3 cm clavadas cada 20 cm, de forma que penetren en el rastrel 1,5 cm. A ambos lados del rastrel y a todo lo largo del mismo se extenderá mortero de cemento, de manera que las puntas clavadas en sus cantos queden recubiertas totalmente, rellenando también la holguras entre rastrel y soporte.

- Disposición de listones, rastreles y entablados:

Enlistonado sencillo sobre soporte continuo de albañilería (capa de compresión de forjados o capa de regularización de albañilería). Los listones de madera se fijaran mecánicamente al soporte cada 50 cm con clavos de acero templado, con su cara mayor apoyada sobre el soporte en el sentido normal al de la máxima pendiente, a la distancia que exija la dimensión de la teja.

Enlistonado doble sobre soporte continuo de albañilería (capa de compresión de forjados o capa de regularización de albañilería).

La primera capa de rastreles de madera, tiene la función la ubicación del aislante térmico, y en su caso, la formación de la capa de aireación, se dispondrán apoyados sobre el soporte, en el sentido de la pendiente y fijados con tirafondos mecánicamente al soporte cada 50 cm. La separación entre listones, dependerá del ancho de los paneles aislantes que hayan de ubicarse entre los mismos, si el ancho de los paneles es mayor de 60 cm los paneles se cortarán. La escuadría de estos rastreles, se tendrá en cuenta el espesor del aislante y, en su caso, el de la capa de aireación; la suma de ambos determinará la altura del rastrel; la otra dimensión será proporcionada y apta para el apoyo y fijación. Una vez colocados los paneles aislantes que se fijarán por puntos al soporte con adhesivo compatible, se dispondrán los rastreles o listones paralelos al alero, con su cara mayor apoyada sobre los rastreles anteriores, fijados en cada cruce, a la distancia que exija la dimensión de la teja.

Entablado sobre rastreles. Tableros de aglomerado fenólico, de espesor mínimo 2 cm, fijados sobre los rastreles, como protección del aislante o, en su caso, cierre de la cámara de aireación. Los rastreles tendrán un canto capaz para albergar la capa de aislante y en su caso la de aireación, su ancho mínimo será de 7 cm, para que los paneles de aglomerado fenólico apoyen al menos 3 cm con junta de 1 cm. Se colocarán en el sentido de la máxima pendiente y a una distancia entre ejes tal que se acomode a la modulación de los tableros y de los paneles aislantes con el máximo aprovechamiento; la distancia entre ejes no deberá exceder de 68 cm para tableros de 2 cm de espesor. Para las tejas planas o mixtas provistas de encaje vertical y lateral, los listones o rastreles se situarán a la distancia que exija la dimensión de la teja. Los empalmes de rastreles estarán separados 1 cm. Sobre los listones o rastreles las tejas se pueden colocar: simplemente apoyadas mediante los tetones de que las tejas planas están dotadas, adheridas por puntos o fijadas mecánicamente, si presentaran las precisas perforaciones. Para la fijación de la teja a los rastreles o listones de madera, se usarán preferentemente clavos y tornillos cobre o de acero inoxidable, siendo los enganches y corchetes de acero inoxidable o de acero cincado (electrolítico). Las fijaciones de acero galvanizado, se reservan para aplicaciones con escaso riesgo de corrosión. No se utilizará acero sin tratamiento anticorrosivo.

- Sistema de evacuación de aguas:

- Canalones:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.2.9, para la formación del canalón deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados. Se colocarán con una pendiente hacia el desagüe del 1% mínimo.

Los canalones, en función de su emplazamiento en el faldón, pueden ser: vistos, para la recogida de las aguas del faldón en el borde del alero; ocultos, para la recogida de las aguas del faldón en el interior de éste. En ambos casos los canalones se dispondrán con ligera pendiente hacia el exterior, favoreciendo el derrame hacia afuera, de manera que un eventual embalsamiento no revierta al interior.

En canalones vistos, el borde más cercano a la fachada se colocará de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo. Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón volarán al menos 5 cm sobre el mismo.

En canalones de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las que se sujetará la chapa, se deberá ajustar a la forma de la misma y serán de pletina de acero galvanizado. Se colocarán a una distancia máxima de 50 cm y remetido al menos 1,5 cm de la línea de tejas del alero. Cuando se utilicen sistemas prefabricados, con acreditación de calidad o documento de idoneidad técnica, se seguirán las instrucciones del fabricante.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.2.9, cuando el canalón esté situado junto a un paramento vertical deberán disponerse:

Cuando el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo.

Cuando el encuentro sea en la parte superior del faldón, los elementos de protección por encima de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo.

Elementos de protección realizados in situ o prefabricados de tal forma que cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas.

Y si está situado en una zona intermedia del faldón se colocará de tal forma que el ala del canalón se extienda por debajo de las piezas del tejado un mínimo de 10 cm, la separación entre las piezas del tejado a ambos lados del canalón sea de 20 cm como mínimo y el ala inferior del canalón deberá ir por encima de las piezas del tejado.

Cada bajante servirá 20 m de canalón como máximo.

- Canaletas de recogida:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 3.2, el diámetro de los sumideros de las canaletas de recogida del agua en los muros parcialmente estancos deberá ser 110 mm como mínimo. Las pendientes mínima y máxima de la canaleta y el número mínimo de sumideros en función del grado de impermeabilidad exigido al muro deberán ser los que se indican en la tabla 3.3.

- Puntos singulares. Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.4:

Encuentro de la cubierta con un paramento vertical: deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados. Los elementos de protección deberán cubrir como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm de altura por encima del tejado y su remate deberá realizarse de forma similar a la descrita en las cubiertas planas. Cuando el encuentro se produzca en la parte inferior del faldón, deberá disponerse un canalón. Cuando el encuentro se produzca en la parte superior o lateral del faldón, los elementos de protección deberán colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro.

Alero: las piezas del tejado volarán un mínimo de 5 cm y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero. En tejados de pizarra o de teja, se adoptará una solución para impedir la filtración de agua a través de la unión de la primera hilada del tejado y el alero, como por ejemplo realizar en el borde un recalce de asiento de las piezas de la primera hilada de tal manera que tengan la misma pendiente que las de las siguientes.

Borde lateral: se dispondrán piezas especiales que vuelen lateralmente más de 5 cm o baberos protectores realizados in situ. En el último caso el borde puede rematarse con piezas especiales o con piezas normales que vuelen 5 cm.

Limahoyas: se dispondrán elementos de protección realizados in situ o prefabricados. La separación entre las piezas del tejado de los dos faldones deberá ser 20 cm como mínimo. Y estas piezas de tejado deberán sobresalir 5 cm como mínimo sobre la limahoya.

Cumbreras y limatesas: se colocarán piezas especiales, que deberán solapar 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones. Se fijarán las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbrera y la limatesa. Si no es posible el solape entre las piezas de una cumbrera en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbreras este encuentro deberá impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.

Encuentro de la cubierta con elementos pasantes: estos los elementos pasantes no se dispondrán en las limahoyas. La parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante deberá resolverse de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo. En el perímetro del encuentro deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados, que cubran una banda del elemento pasante por encima del tejado de 20 cm de altura como mínimo.

Lucernarios: se impermeabilizarán las zonas del faldón que se encuentren en contacto con el precerco o el cerco del lucernario mediante elementos de protección realizados in situ o prefabricados. En la parte inferior del lucernario se colocarán elementos de protección por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro y en la superior por debajo y prolongarse 10 cm como mínimo.

Anclaje de elementos: Deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados, que deberán cubrir una banda del elemento anclado de una altura de 20 cm como mínimo por encima del tejado. No se colocarán en las limahoyas

Juntas de dilatación: cuando exista un faldón continuo de más de 25 m, o cuando entre las juntas del edificio la distancia sea mayor de 15 m, se estudiará la si es oportuno formar juntas de cubierta, en función de las condiciones climáticas del lugar y del subtipo de tejado.

Se paralizarán los trabajos cuando en caso de lluvia, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h. En este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse. Cuando se interrumpan los trabajos deberán protegerse adecuadamente los materiales, y el faldón si se desea evitar entradas de humedad.

#### **2.9.3.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

El forjado deberá cumplir ciertas características:

Permitir la colocación correcta de la impermeabilización, presentando una superficie del forjado deberá ser uniforme, plana, estar limpia y carecer de cuerpos extraños. Garantizar la estabilidad, con flecha mínima.

Permitir el anclaje mecánico de los rastreles.

#### **2.9.3.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Se retirarán los materiales o unidades de obra que no se ajusten a lo especificado. O, en su caso, en su caso, se demolerá o reparará la parte de obra afectada. Motivos para la no aceptación:

-Chapa conformada:

El sentido de colocación de las chapas es contrario al que se especifica. Falta de ajuste en la sujeción de las chapas.

Rastreles no paralelos a la línea de cumbrera. Errores superiores a 1 cm/m, o más de 3 cm para toda la longitud. Vuelo del alero errores de 5 cm o no mayor de 35 cm.

Solapes longitudinales de las chapas inferiores a lo especificado en más de 2 mm.

-Pizarra:

Clavado de las piezas deficiente.

Falta de paralelismo entre las hiladas y la línea del alero con errores superiores a  $\pm 10$  mm/m comprobada con regla de 1 m y/o  $\pm 50$  mm/total. Solapes laterales de las pizarras inferiores a 10 cm.

Planeidad de la capa de yeso: errores superiores a  $\pm 3$  mm medida con regla de 1 m.

-Teja:

El paso de agua entre cobijas mayor de 5 cm o menor de 3 cm.

Falta de paralelismo entre dos hiladas consecutivas con errores superiores a  $\pm 20$  mm (teja de arcilla cocida) o  $\pm 10$  mm (teja de mortero de cemento). Falta de paralelismo entre las hiladas y la línea del alero con errores superiores a  $\pm 100$  mm.

Fallo de alineación entre dos tejas consecutivas con errores superiores a  $\pm 10$  mm.

Fallo de alineación de la hilada con errores superiores a  $\pm 20$  mm (teja de arcilla cocida) o  $\pm 10$  mm (teja de mortero de cemento). Solape entre piezas con errores superiores a  $\pm 5$  mm.

#### **2.9.3.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Se utilizarán piezas para elementos singulares especialmente concebidas y fabricadas para este fin, o bien se detallarán soluciones constructivas de solapo y goterón, en el proyecto, evitando uniones rígidas o el empleo de materiales elásticos sin garantía de la precisa durabilidad. (Caballetes, aleros, limatesas y limahoyas, remates laterales, encuentros con muros, chimeneas, u otros elementos sobresalientes, ventilación, etc.).

#### **2.9.3.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Si se dieran condiciones especialmente adversas una vez realizados los trabajos (lluvia, nieve o velocidad del viento superior a 50 km/h), se revisarán, asegurando las partes realizadas.

No se recibirán elementos sobre la cobertura que la perforen o dificulten su desagüe, como antenas y mástiles, que deberán ir sujetos a paramentos.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.9.3.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

-En la formación de faldones:

Pendientes.

Forjados inclinados: se controlará como una estructura.

Fijación de ganchos de seguridad para el montaje de la cobertura.

Tableros sobre tabiquillos: tabiquillos, controlar como tabiques. Tableros, independizados de los tabiquillos. Ventilación de las cámaras.

-Aislante térmico:

Correcta colocación del aislante, según especificaciones de proyecto. Continuidad. Espesor.

-Limas, canalones y puntos singulares:

Fijación y solapo de piezas.

Material y secciones especificados en proyecto. Juntas para dilatación.

Se comprobarán los encuentros entre faldones y paramentos.

-Canalones:

Longitud de tramo entre bajantes menor o igual que 10 m. Distancia entre abrazaderas de fijación. Unión a bajantes.

-Impermeabilización, en su caso: controlar como cubierta plana.

-Base de la cobertura:

Correcta colocación, en su caso, de rastreles o perfiles para fijación de piezas. Se comprobará la planeidad con regla de 2 m.

-Piezas de cobertura:

Pendiente mínima, Conforme al CTE DB HS 1, tabla 2.10 en función del tipo de tejado, cuando no haya capa de impermeabilización. Tejas curvas:

-Replanteo previo de líneas de máxima y mínima pendiente.

Paso entre cobijas.

Recibido de las tejas.

-Cumbrera y limatesas: disposición y macizado de las tejas, solapes de 10 cm.

-Alero: vuelo, recalce y macizado de las tejas.

-Otras tejas:

Replanteo previo de las pendientes.

Fijación según instrucciones del fabricante para el tipo y modelo.

-Cumbreras, limatesas y remates laterales: piezas especiales.

Prueba de servicio:

Riego continuo de la superficie de la cubierta y de los puntos singulares. La Dirección Facultativa dictaminará los puntos singulares que considere de mayor riesgo y en los que se incidirá especialmente en el riego continuo.

Se utilizarán los dispositivos idóneos de riego, con los que se rociará homogénea e ininterrumpidamente la cubierta con agua durante el tiempo que deba durar la prueba, y no menos de 8 horas. La intensidad de riego mínima será 0,25 l/m<sup>2</sup>min. Deberá actuar directamente y de manera simultánea sobre todas las superficies de la unidad de inspección objeto de la prueba.

#### **2.9.3.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

-m<sup>2</sup> de cubierta, totalmente terminada, medida sobre los planos inclinados y no referida a su proyección horizontal, incluyendo los solapos, parte proporcional de mermas y roturas, con todos los accesorios precisos; así como colocación, sellado, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen, forjados canalones ni sumideros.

#### **2.9.3.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Acero galvanizado, solo se colocará en cubiertas en las que pueda tener contacto con materiales ácidos y alcalinos; o con metales, excepto con el aluminio, que puedan formar pares galvánicos.

A evitar: el contacto con el acero no protegido a corrosión, yeso fresco, cemento fresco, maderas de roble o castaño, aguas procedentes de contacto con cobre.

Podrá utilizarse en contacto con aluminio: plomo, estaño, cobre estañado, acero inoxidable, cemento fresco (sólo para el recibido de los remates de paramento);

En el caso de estar el cobre situado por debajo del acero galvanizado, podrá aislarse mediante una banda de plomo.

No se utilizarán morteros ricos en cemento para el recibido de tejas.

#### **2.9.3.12. Verificaciones y pruebas de servicio**

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.

- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

Deberán realizarse, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, además de otras las que puedan establecerse con carácter voluntario. Bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas.

### **2.9.4. FORMACIÓN DE CUBIERTAS/PENDIENTES**

#### **2.9.4.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos: conductividad térmica factor de resistencia a la difusión del vapor de agua densidad  $\rho$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica. Según CTE DB HE 1, apartado 6.

Deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>. Según DB HR, apartado 4.1.

**Elementos que normalmente compondrán las cubiertas inclinadas.**

- Sistema de formación de pendientes: Sistema colocado sobre un soporte resistente que no presente la pendiente suficiente.

Para cubiertas sobre forjados horizontales:

Formación de pendiente mediante apoyos a base de tabicones de ladrillo, tablero de piezas aligeradas machihembradas de arcilla cocida u hormigón recibidas con pasta de yeso y capa de regularización de espesor 30 mm con hormigón, tamaño máximo del árido 10 mm, acabado fratasado.

Estructura metálica ligera.



Placas onduladas o nervadas de fibrocemento, fijadas mecánicamente a las correas, solapadas lateralmente una onda y frontalmente en una dimensión de 30 mm como mínimo.

-Aislamiento térmico/acústico:

El material del aislamiento térmico deberá tener una cohesión y una estabilidad suficientes para proporcionar al sistema la solidez precisa frente a las solicitaciones mecánicas (CTE DB HS 1).

Se utilizarán materiales con una conductividad térmica declarada menor a 0,06 W/mK a 10<sup>o</sup> C y una resistencia térmica declarada mayor a 0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Los materiales de relleno de las cámaras, utilizados para aplicaciones acústicas, se caracterizan por la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en kPa·s/m<sup>2</sup>, obtenida según UNE-EN 29053:1994. Se verificará que se corresponde con la especificada en proyecto (CTE DB HR).

Cubierta de teja sobre forjado inclinado, no ventilada se pueden usar paneles de: perlita expandida (EPB), poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano (PUR), mantas aglomeradas de lana mineral (MW), etc.

Cubierta de teja sobre forjado inclinado, ventilada se pueden usar paneles de: perlita expandida (EPB), poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano (PUR), mantas aglomeradas de lana mineral (MW); dispuestos entre los rastreles de madera y anclados al soporte mediante adhesivo laminar en toda su superficie.

Sobre el forjado horizontal, se pueden usar: lana mineral (MW), poliestireno extruido (XPS), poliestireno expandido (EPS), poliuretano (PUR), perlita expandida (EPB), poliisocianurato (PIR).

-Capa de impermeabilización:

Se pueden utilizar los siguientes materiales, u otros de características similares:

Materiales bituminosos y bituminosos modificados, las láminas podrán ser de oxiasfalto o de betún modificado, poli (cloruro de vinilo) plastificado, etileno propileno dieno monómero, poliolefinas y sistemas de placas.

Cuando se coloquen tejas clavadas se puede usar sistema monocapa, constituida por una lámina de betún modificado LBM-30, soldada completamente al soporte resistente, previa imprimación con emulsión asfáltica.

Cuando las tejas se reciban con mortero se podrá colocar un sistema monocapa, constituido por una lámina de betún modificado LBM-40/G, soldada completamente al soporte resistente, con previa imprimación de emulsión asfáltica; o de lámina autoadhesiva de betún modificado LBA-15, de masa 1,5 kg/m<sup>2</sup> (tipo mínimo).

Si no se colocan tejas, se puede usar un sistema monocapa sobre el aislante térmico, constituida por una lámina de betún modificado con autoprotección mineral LBM-50/G- FP y armadura de fieltro de poliéster.

Si la pendiente fuera baja, o el solapo entre piezas sea escaso, o en el caso de cubiertas expuestas al efecto del viento y lluvia se podría utilizar el sistema anterior, utilizando láminas asfálticas o de otro tipo, que puedan fijarse al sistema de formación de pendientes, y que no presenten problemas de adherencia para las tejas.

Cuando la capa bajo teja esté construida por chapas onduladas o nervadas solapadas, u otros elementos que presten similares condiciones de estanquidad, la utilización de capa de impermeabilización resulta imprecisa.

En todo caso la imprimación tiene que ser del mismo material que la lámina.

-Cobertura (Tejado):

Cubiertas sobre forjado inclinado, no ventiladas, el tejado podrá ser:

Tejado de tejas mixtas de hormigón con solape frontal y encaje lateral; fijadas con clavos sobre listones de madera, dispuestos en el sentido normal al de la máxima pendiente y fijados a su vez al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm.

Tejado de tejas de arcilla cocida planas con encajes frontal y lateral; fijadas con clavos sobre tablero aglomerado fenólico de espesor 20 mm; clavado éste cada 30 cm a rastreles de madera, fijados al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm.

Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, con solape frontal y separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm; las canales recibidas todas al soporte y las cobijas recibidas con mortero mixto sobre paneles de poliestireno extruido de superficie acanalada.

Para cubiertas sobre forjado inclinado, ventiladas, el tejado podrá ser:

Tejado de tejas mixtas de hormigón con solape frontal y encaje lateral, fijadas con clavos sobre listones de madera, dispuestos en el sentido normal al de la máxima pendiente. Tejado de tejas de arcilla cocida planas con encajes frontal y lateral, fijadas con clavos sobre tablero aglomerado fenólico de espesor 20 mm; clavado éste, cada 30 cm, a rastreles de madera, dispuestos en el sentido de la máxima pendiente y fijados al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm

Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, recibidas sobre chapa ondulada de fibrocemento, fijada a rastreles de madera, dispuestos en el sentido normal a la máxima pendiente y fijados al soporte resistente según instrucciones del fabricante del sistema.

Para cubiertas sobre forjado horizontal, el tejado podrá ser:

Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, con solape frontal, separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm, las canales recibidas todas al soporte y las cobijas recibidas, con mortero mixto al soporte o adhesivo.

Tejado de tejas de arcilla cocida planas o mixtas con encajes frontal y lateral, cogidas con clavos sobre listones de madera fijados mecánicamente al soporte con clavos de acero templado, cada 30 cm.

Tejado de tejas curvas con solape frontal, separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm, las canales recibidas

todas al soporte y las cobijas en la cresta de la onda, con pelladas de mortero mixto.

El recibido de las tejas sobre soportes continuos se realizará con mortero de cal hidráulica, mortero mixto, adhesivo cementoso u otros plásticos adhesivos, según especificaciones del fabricante del sistema.

El recibido de las tejas sobre paneles de poliestireno extruido, podrá realizarse con mortero mixto, adhesivo cementoso u otros plásticos adhesivos compatibles con el aislante, tejas curvas o mixtas.

-Sistema de evacuación de aguas:

Se incluyen aquí canalones, bajantes, sumideros y rebosaderos. Se dimensionarán conforme al CTE DB HS 5. El sistema podrá ser visto u oculto.

-Materiales auxiliares: rastreles de madera o metálicos, morteros, anclajes, fijaciones, etc.

-Accesorios prefabricados: pasarelas, pasos y escaleras, para acceso al tejado, ganchos de seguridad, etc.

#### **2.9.4.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Se evitará la segregación y contaminación formando los acopios sobre superficies que no estén contaminadas, evitando mezclar materiales de distintos tipos y acortando el tiempo de exposición a la intemperie.

Se evitará la exposición prolongada del material a la intemperie.

Se evitará la incidencia de esfuerzos violentos o golpes, así como su deformación por incidencia de los agentes atmosféricos durante las fases de almacenamiento y transporte, para lo cual se interpondrán lonas o sacos.

#### **2.9.4.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.9.4.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Conforme al CTE DB HE 1, apartado 7, en el pliego de condiciones del proyecto se deberán de deberán indicar las condiciones particulares de ejecución de los cerramientos de la envolvente térmica.

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

### **Ejecución**

-Sistema de formación de pendientes:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.4.1, cuando la formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización, su superficie deberá ser uniforme y limpia. Y como recoge el apartado 2.4.3.1, el material que lo constituye deberá ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él. El sistema de formación de pendientes deberá tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las solicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución deberá ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

El sistema de formación de pendientes garantizará la estabilidad con flecha mínima. La superficie para apoyo de rastreles y paneles aislantes será plana y sin irregularidades que puedan dificultar la fijación de los mismos. Su constitución permitirá el anclaje mecánico de los rastreles.

- Cubierta de teja sobre forjado horizontal:

Para el sistema de formación de la pendiente y de la cámara de aireación se contemplan estos dos sistemas:

Tabiques palomeros rematados con tablero de piezas aligeradas (de arcilla cocida o de hormigón) acabadas con capa de regularización u hormigón.

En ese caso, el tablero de cerramiento superior de la cámara de aireación deberá asegurarse ante el riesgo de deslizamiento, en especial con pendientes pronunciadas; a la vez deberá quedar independiente de los elementos sobresalientes de la cubierta y con las juntas de dilatación precisas para impedir tensiones de contracción-dilatación, tanto por retracción como por oscilaciones de la temperatura.

Paneles o placas prefabricados no permeables al agua, fijados mecánicamente, bien sobre correas apoyadas en cárteras de ladrillo, en vigas metálicas o de hormigón; o bien sobre entramado de madera o estructura metálica ligera. Las placas que podrán ser prefabricadas, onduladas o grecadas, servirán para el cerramiento de la cámara de aireación, e irán fijadas mecánicamente a las correas con tornillos autorroscantes y solapadas entre sí, de manera tal que se permita el deslizamiento preciso para impedir las tensiones de origen térmico.

En el caso de recibido de las tejas con mortero, la capa de regularización del tablero tendrá un espesor de 2 cm e idénticas condiciones que la anterior.

La capa de regularización del tablero, en el caso de fijación mecánica de las tejas, tendrá un acabado fratasado, plano y sin resaltes que dificulten la disposición correcta de los rastreles o listones.

Si el soporte del tejado se compone de placas onduladas o nervadas, se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones. Solape frontal entre placas: 15 cm; solape lateral vendrá dado por la forma de la placa y será al menos de una onda. Rastreles metálicos para el anclaje de las tejas planas o mixtas se fijarán a la distancia adecuada que asegure el encaje perfecto, o del solape preciso de las tejas. En el caso de tejas curvas o mixtas recibidas con

mortero, la dimensión y modulación de la onda o greca de las placas será la más adecuada a la disposición canal-cobija de las tejas. Si se trata de un mismo sistema que incluya las placas y tejas se seguirán las instrucciones del fabricante.

- Aislante térmico y/o acústico:

Deberá colocarse de forma continua y estable.

- Cubierta de teja sobre forjado horizontal:

Se podrán utilizarse mantas o paneles semirrígidos sobre el forjado entre los apoyos de la cámara ventilada.

- Cubierta no ventilada de teja sobre forjado inclinado:

Si se utilizan rastreles, el espesor del aislante coincidirá con el de estos. Cuando se utilicen paneles rígidos o paneles semirrígidos para el aislamiento térmico, estarán dispuestos entre rastreles de madera o metálicos y adheridos al soporte mediante adhesivo bituminoso PB-II u otros compatibles. Para paneles rígidos con superficie acanalada, los canales irán paralelos a la dirección del alero y se fijarán mecánicamente al soporte resistente.

- Cubierta ventilada de teja sobre forjado inclinado:

Si se utilizan rastreles, estos se colocarán en el sentido de la pendiente albergando el material aislante, conformando la capa de aireación. La altura de los rastreles estará condicionada por los espesores del aislante térmico y de la capa de aireación. La distancia entre rastreles en función del ancho de los paneles, no será mayor de 60 cm; en caso contrario, los paneles se cortarán a la medida apropiada para su máximo aprovechamiento. La cámara de aireación presentará una altura mínima de 3 cm y quedará comunicada con el exterior.

- Capa de impermeabilización:

Podrá utilizarse en cubiertas con baja pendiente o con escaso solapo de las tejas, y en cubiertas especialmente expuestas al efecto combinado de lluvia y viento. Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15% deberán utilizarse sistemas fijados mecánicamente.

No se utilizará la capa de impermeabilización de manera sistemática o indiscriminada.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.2.2, las láminas deberán aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación. Según el apartado 2.4.3.3, cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta se aplicará y fijará de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma. La impermeabilización deberá colocarse en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente. Los solapos deberán quedar a favor de la corriente de agua y no deberán quedar alineados con los de las hileras contiguas, apartado 5.1.4.4.

Las láminas impermeabilizantes no plantearán dificultades en su fijación al sistema de formación de pendientes, ni problemas de adherencia para las tejas. Se impedirán bolsas de aire en las láminas adheridas.

Se colocarán a cubrejuntas (con solapes superiores a 8 cm y paralelos o perpendiculares a la línea de máxima pendiente). Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.3.3, tendremos distintas prescripciones, según el material del que se trate:

Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados: en pendientes comprendidas entre el 5 y el 15%, se utilizarán sistemas adheridos. Si se desea independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, se utilizarán sistemas no adheridos.

Impermeabilización con poli (cloruro de vinilo) plastificado y con etileno propileno dieno monómero: en el caso de que la cubierta no tenga protección, deberán utilizarse sistemas adheridos o fijados mecánicamente.

Impermeabilización con poliolefinas: se deberán utilizar láminas de alta flexibilidad.

Impermeabilización con un sistema de placas: el solapo de éstas deberá establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica. Deberá recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, del tipo de piezas y del solapo de las mismas, así como de la zona geográfica del emplazamiento del edificio.

- Cámara de aire:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 5.1.3, durante la construcción de la cubierta deberá impedirse que caigan cascotes, rebabas de mortero y suciedad en la cámara de aire. Cuando se disponga una cámara de aire, ésta deberá situarse en el lado exterior del aislante térmico y ventilarse mediante un conjunto de aberturas.

Quedará comunicada con el exterior, preferentemente por alero y cumbre, y tendrá un espesor mínimo de 3 cm.

En cubierta de teja ventilada sobre forjado inclinado, la cámara se podrá conseguir con los rastreles únicamente o añadiendo a éstos un entablado de aglomerado fenólico o una chapa ondulada.

En cubierta de teja sobre forjado horizontal, la cámara permitirá la difusión del vapor de agua a través de aberturas al exterior dispuestas de manera que se garantice la ventilación cruzada. A tal efecto las salidas de aire se situarán por encima de las entradas a la máxima distancia que permita la inclinación de la cubierta; unas y otras, se dispondrán enfrentadas; preferentemente con aberturas en continuo. Estas aberturas irán protegidas para impedir el acceso de insectos, aves y roedores. En el caso de que se trate de limitar el efecto de las condensaciones, además del aislante que se sitúe sobre el forjado horizontal, la capa bajo teja aportará el aislante térmico preciso.

- Tejado:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.3, deberá recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar la estabilidad y capacidad de adaptación del tejado a movimientos diferenciales, dependiendo de la

pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio. El solapo de las piezas se establecerá de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

Para uso de vivienda, No se admiten sistemas en que la estabilidad del tejado se fie exclusivamente al propio peso de la teja, como la colocación a teja vana.

En el caso de tejas curvas, mixtas y planas recibidas con mortero, el recibido deberá realizarse de forma continua para impedir la rotura de piezas en los trabajos de mantenimiento o acceso a instalaciones. Las piezas cobija, se recibirán siempre en aleros, cumbreras y bordes laterales de faldón y demás puntos singulares. En pendientes de cubierta mayores del 70% y zonas de máxima intensidad de viento, se fijarán la totalidad de las tejas. Cuando las condiciones lo permitan y si no se fijan la totalidad de las tejas, se alternarán fila e hilera. Se seguirán las indicaciones del fabricante para el solapo de las tejas o su encaje, a efectos de la estanquidad al agua, así como su sistema de adherencia o fijación. Las piezas canales se colocarán todas recibidas con mortero o adhesivo sobre el soporte. Las piezas cobijas se recibirán en el porcentaje preciso para garantizar la estabilidad del tejado frente al efecto de deslizamiento y a las acciones del viento, y dejarán separación libre de paso de agua comprendido entre 3 y 5 cm. En el caso de tejas recibidas con mortero sobre paneles de poliestireno extruido acanalados, la pendiente no excederá del 49%; existirá la precisa correspondencia morfológica y las tejas queden perfectamente encajadas sobre las placas. Se recibirán todas las tejas de aleros, cumbreras, bordes laterales de faldón, limahoyas y limatesas y demás puntos singulares. El mortero será bastardo de cal, cola u otros másticos adhesivos compatibles con el aislante y las tejas, se atenderá a las especificaciones del fabricante del sistema.

En el caso de tejas curvas y mixtas recibidas sobre chapas onduladas en sus distintos formatos, el acoplamiento entre la teja y el soporte ondulado resulta imprescindible para la estabilidad del tejado, por lo que se estará a las especificaciones del fabricante del sistema sobre la idoneidad de cada chapa al subtipo de teja seleccionado. La adherencia de la teja al soporte se consigue con una pellada de mortero mixto aplicada a la cresta de la onda para chapa ondulada con teja curva, o a la parte plana de la placa mixta con teja curva o mixta. También puede aplicarse adhesivo cementoso, como adhesivo,

En el caso de fijación mediante rastreles metálicos sobre chapas onduladas, los rastreles serán perfiles omega de chapa de acero galvanizado de 060 mm de espesor mínimo, dispuestos en paralelo al alero y fijados en las crestas de las ondas con remaches tipo flor. Las tejas se fijarán a los rastreles metálicos con tornillos rosca chapa y se harán del mismo modo que para rastreles de madera. Se seguirán las especificaciones del fabricante del sistema.

En el caso de tejas planas y mixtas fijadas mediante listones y rastreles de madera o entablados, la escuadría de rastreles y listones de madera será la que se determine para cada caso, fijándose al soporte con la frecuencia precisa tanto para asegurar su estabilidad como para impedir su alabeo. Podrán ser de madera de pino, estabilizadas sus tensiones para impedir alabeos, seca, y tratada contra el ataque de hongos e insectos. Los tramos de rastreles o listones se colocarán con una separación entre uno u otro de 1 cm, fijando los extremos a ambos lados de la junta. Los rastreles se interrumpirán respetando las juntas de dilatación del edificio y de la cubierta. Cuando el tipo de soporte lo permita, los listones se fijarán con clavos de acero templado y los rastreles, previamente perforados, se fijarán con tirafondos. En caso de existir una capa de regularización de tableros, sobre las que hayan de fijarse listones o rastreles, tendrá un espesor mayor o igual que 3 cm. Los clavos penetrarán 2,5 cm en rastreles de al menos 5 cm. Los listones y rastreles de madera o entablados se fijarán al soporte tanto para asegurar su estabilidad como para impedir su alabeo. La distancia entre listones o rastreles de madera será tal que coincidan los encajes de las tejas o, si no disponen estas de encaje, tal que el solapo garantice la estabilidad y estanquidad de la cubierta. Los clavos y tornillos para la fijación de la teja a los rastreles o listones de madera serán preferentemente de cobre o de acero inoxidable, y los enganches y corchetes de acero inoxidable o acero cincado. La utilización de fijaciones de acero galvanizado, se reserva para aplicaciones con escaso riesgo de corrosión. Se impedirá la utilización de acero sin tratamiento anticorrosión.

Si por el tipo de soporte no se pueda realizar una fijación mecánica de los rastreles de madera se fijarán con mortero de cemento de la manera que se explica a continuación: en las caras laterales, los rastreles llevarán puntas de 3 cm clavadas cada 20 cm, de forma que penetren en el rastrel 1,5 cm. A ambos lados del rastrel y a todo lo largo del mismo se extenderá mortero de cemento, de manera que las puntas clavadas en sus cantos queden recubiertas totalmente, rellenando también la holguras entre rastrel y soporte.

- Disposición de listones, rastreles y entablados:

Enlistonado sencillo sobre soporte continuo de albañilería (capa de compresión de forjados o capa de regularización de albañilería). Los listones de madera se fijaran mecánicamente al soporte cada 50 cm con clavos de acero templado, con su cara mayor apoyada sobre el soporte en el sentido normal al de la máxima pendiente, a la distancia que exija la dimensión de la teja.

Enlistonado doble sobre soporte continuo de albañilería (capa de compresión de forjados o capa de regularización de albañilería).

La primera capa de rastreles de madera, tiene la función la ubicación del aislante térmico, y en su caso, la formación de la capa de aireación, se dispondrán apoyados sobre el soporte, en el sentido de la pendiente y fijados con tirafondos mecánicamente al soporte cada 50 cm. La separación entre listones, dependerá del ancho de los paneles aislantes que hayan de ubicarse entre los mismos, si el ancho de los paneles es mayor de 60 cm los paneles se cortarán. La escuadría de estos rastreles, se tendrá en cuenta el espesor del aislante y, en su caso, el de la capa de aireación; la suma de ambos determinará la altura del rastrel; la otra dimensión será proporcionada y apta para el apoyo y fijación. Una vez colocados los paneles aislantes que se fijarán por puntos al soporte con adhesivo compatible, se dispondrán los rastreles o listones paralelos al alero, con su cara mayor apoyada sobre los rastreles anteriores, fijados en cada cruce, a la distancia que exija la dimensión de la teja.

Entablado sobre rastreles. Tableros de aglomerado fenólico, de espesor mínimo 2 cm, fijados sobre los rastreles, como protección del aislante o, en su caso, cierre de la cámara de aireación. Los rastreles tendrán un canto capaz para albergar la capa de aislante y en su caso la de aireación, su ancho mínimo será de 7 cm, para que los paneles de aglomerado fenólico apoyen al menos 3 cm con junta de 1 cm. Se colocarán en el sentido de la máxima pendiente y a una distancia entre ejes tal que se acomode a la modulación de los tableros y de los paneles aislantes con el máximo aprovechamiento; la distancia entre ejes no deberá exceder de 68 cm para tableros de 2 cm de espesor. Para las tejas planas o mixtas provistas de encaje vertical y lateral, los listones o rastreles se situarán a la distancia que exija la dimensión de la teja. Los empalmes de rastreles estarán separados 1 cm. Sobre los listones o rastreles las tejas se pueden colocar: simplemente apoyadas mediante los tetones de que las tejas planas están dotadas, adheridas por puntos o fijadas mecánicamente, si presentaran las precisas perforaciones. Para la fijación de la teja a los rastreles o listones de madera, se usarán preferentemente clavos y tornillos cobre o de acero inoxidable, siendo los enganches y corchetes de acero inoxidable o de acero cincado (electrolítico). Las fijaciones de acero galvanizado, se reservan para aplicaciones con escaso riesgo de corrosión. No se utilizará acero sin tratamiento anticorrosivo.

- Sistema de evacuación de aguas:

- Canalones:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.2.9, para la formación del canalón deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados. Se colocarán con una pendiente hacia el desagüe del 1% mínimo.

Los canalones, en función de su emplazamiento en el faldón, pueden ser: vistos, para la recogida de las aguas del faldón en el borde del alero; ocultos, para la recogida de las aguas del faldón en el interior de éste. En ambos casos los canalones se dispondrán con ligera pendiente hacia el exterior, favoreciendo el derrame hacia afuera, de manera que un eventual embalsamiento no revierta al interior.

En canalones vistos, el borde más cercano a la fachada se colocará de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo. Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón volarán al menos 5 cm sobre el mismo.

En canalones de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las que se sujetará la chapa, se deberá ajustar a la forma de la misma y serán de pletina de acero galvanizado. Se colocarán a una distancia máxima de 50 cm y remetido al menos 1,5 cm de la línea de tejas del alero. Cuando se utilicen sistemas prefabricados, con acreditación de calidad o documento de idoneidad técnica, se seguirán las instrucciones del fabricante.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.2.9, cuando el canalón esté situado junto a un paramento vertical deberán disponerse:

Cuando el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo.

Cuando el encuentro sea en la parte superior del faldón, los elementos de protección por encima de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo.

Elementos de protección realizados in situ o prefabricados de tal forma que cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas.

Y si está situado en una zona intermedia del faldón se colocará de tal forma que el ala del canalón se extienda por debajo de las piezas del tejado un mínimo de 10 cm, la separación entre las piezas del tejado a ambos lados del canalón sea de 20 cm como mínimo y el ala inferior del canalón deberá ir por encima de las piezas del tejado.

Cada bajante servirá 20 m de canalón como máximo.

- Canaletas de recogida:

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 3.2, el diámetro de los sumideros de las canaletas de recogida del agua en los muros parcialmente estancos deberá ser 110 mm como mínimo. Las pendientes mínima y máxima de la canaleta y el número mínimo de sumideros en función del grado de impermeabilidad exigido al muro deberán ser los que se indican en la tabla 3.3.

- Puntos singulares. Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.4.4:

Encuentro de la cubierta con un paramento vertical: deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados. Los elementos de protección deberán cubrir como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm de altura por encima del tejado y su remate deberá realizarse de forma similar a la descrita en las cubiertas planas. Cuando el encuentro se produzca en la parte inferior del faldón, deberá disponerse un canalón. Cuando el encuentro se produzca en la parte superior o lateral del faldón, los elementos de protección deberán colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro.

Alero: las piezas del tejado volarán un mínimo de 5 cm y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero. En tejados de pizarra o de teja, se adoptará una solución para impedir la filtración de agua a través de la unión de la primera hilada del tejado y el alero, como por ejemplo realizar en el borde un recalde de asiento de las piezas de la primera hilada de tal manera que tengan la misma pendiente que las de las siguientes.

Borde lateral: se dispondrán piezas especiales que vuelen lateralmente más de 5 cm o baberos protectores realizados in situ. En el último caso el borde puede rematarse con piezas especiales o con piezas normales que vuelen 5 cm.

Limahoyas: se dispondrán elementos de protección realizados in situ o prefabricados. La separación entre las piezas del tejado de los dos faldones deberá ser 20 cm como mínimo. Y estas piezas de tejado deberán sobresalir 5 cm como mínimo sobre la limahoya.

Cumbreras y limatesas: se colocarán piezas especiales, que deberán solapar 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones. Se fijarán las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbrera

y la limatesa Si no es posible el solape entre las piezas de una cumbrera en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbreras este encuentro deberá impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.

Encuentro de la cubierta con elementos pasantes: estos los elementos pasantes no se dispondrán en las limahoyas. La parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante deberá resolverse de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo. En el perímetro del encuentro deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados, que cubran una banda del elemento pasante por encima del tejado de 20 cm de altura como mínimo.

Lucernarios: se impermeabilizarán las zonas del faldón que se encuentren en contacto con el precerco o el cerco del lucernario mediante elementos de protección realizados in situ o prefabricados. En la parte inferior del lucernario se colocarán elementos de protección por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro y en la superior por debajo y prolongarse 10 cm como mínimo.

Anclaje de elementos: Deberán disponerse elementos de protección realizados in situ o prefabricados, que deberán cubrir una banda del elemento anclado de una altura de 20 cm como mínimo por encima del tejado. No se colocarán en las limahoyas

Juntas de dilatación: cuando exista un faldón continuo de más de 25 m, o cuando entre las juntas del edificio la distancia sea mayor de 15 m, se estudiará la si es oportuno formar juntas de cubierta, en función de las condiciones climáticas del lugar y del subtipo de tejado.

Se paralizarán los trabajos cuando en caso de lluvia, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h. En este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse. Cuando se interrumpan los trabajos deberán protegerse adecuadamente los materiales, y el faldón si se desea evitar entradas de humedad.

#### **2.9.4.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

El forjado deberá cumplir ciertas características:

Permitir la colocación correcta de la impermeabilización, presentando una superficie del forjado deberá ser uniforme, plana, estar limpia y carecer de cuerpos extraños. Garantizar la estabilidad, con flecha mínima.

Permitir el anclaje mecánico de los rastreles.

#### **2.9.4.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Se retirarán los materiales o unidades de obra que no se ajusten a lo especificado. O, en su caso, en su caso, se demolerá o reparará la parte de obra afectada. Motivos para la no aceptación:

-Chapa conformada:

El sentido de colocación de las chapas es contrario al que se especifica. Falta de ajuste en la sujeción de las chapas.

Rastreles no paralelos a la línea de cumbrera. Errores superiores a 1 cm/m, o más de 3 cm para toda la longitud. Vuelo del alero errores de 5 cm o no mayor de 35 cm.

Solapes longitudinales de las chapas inferiores a lo especificado en más de 2 mm.

-Pizarra:

Clavado de las piezas deficiente.

Falta de paralelismo entre las hiladas y la línea del alero con errores superiores a  $\pm 10$  mm/m comprobada con regla de 1 m y/o  $\pm 50$  mm/total. Solapes laterales de las pizarras inferiores a 10 cm.

Planeidad de la capa de yeso: errores superiores a  $\pm 3$  mm medida con regla de 1 m.

-Teja:

El paso de agua entre cobijas mayor de 5 cm o menor de 3 cm.

Falta de paralelismo entre dos hiladas consecutivas con errores superiores a  $\pm 20$  mm (teja de arcilla cocida) o  $\pm 10$  mm (teja de mortero de cemento). Falta de paralelismo entre las hiladas y la línea del alero con errores superiores a  $\pm 100$  mm.

Fallo de alineación entre dos tejas consecutivas con errores superiores a  $\pm 10$  mm.

Fallo de alineación de la hilada con errores superiores a  $\pm 20$  mm (teja de arcilla cocida) o  $\pm 10$  mm (teja de mortero de cemento). Solape entre piezas con errores superiores a  $\pm 5$  mm.

#### **2.9.4.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Se utilizarán piezas para elementos singulares especialmente concebidas y fabricadas para este fin, o bien se detallarán soluciones constructivas de solapo y goterón, en el proyecto, evitando uniones rígidas o el empleo de materiales elásticos sin garantía de la precisa durabilidad. (Caballetes, aleros, limatesas y limahoyas, remates laterales, encuentros con muros, chimeneas, u otros elementos sobresalientes, ventilación, etc.).

#### **2.9.4.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Si se dieran condiciones especialmente adversas una vez realizados los trabajos (lluvia, nieve o velocidad del viento superior a 50 km/h), se revisarán, asegurando las partes realizadas.

No se recibirán elementos sobre la cobertura que la perforen o dificulten su desagüe, como antenas y mástiles, que deberán ir sujetos a paramentos.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

**2.9.4.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

-En la formación de faldones:

Pendientes.

Forjados inclinados: se controlará como una estructura.

Fijación de ganchos de seguridad para el montaje de la cobertura.

Tableros sobre tabiquillos: tabiquillos, controlar como tabiques. Tableros, independizados de los tabiquillos. Ventilación de las cámaras.

-Aislante térmico:

Correcta colocación del aislante, según especificaciones de proyecto. Continuidad. Espesor.

-Limas, canalones y puntos singulares:

Fijación y solapo de piezas.

Material y secciones especificados en proyecto. Juntas para dilatación.

Se comprobarán los encuentros entre faldones y paramentos.

-Canalones:

Longitud de tramo entre bajantes menor o igual que 10 m. Distancia entre abrazaderas de fijación. Unión a bajantes.

-Impermeabilización, en su caso: controlar como cubierta plana.

-Base de la cobertura:

Correcta colocación, en su caso, de rastreles o perfiles para fijación de piezas. Se comprobará la planeidad con regla de 2 m.

-Piezas de cobertura:

Pendiente mínima, Conforme al CTE DB HS 1, tabla 2.10 en función del tipo de tejado, cuando no haya capa de impermeabilización. Tejas curvas:

-Replanteo previo de líneas de máxima y mínima pendiente.

Paso entre cobijas.

Recibido de las tejas.

-Cumbrera y limatesas: disposición y macizado de las tejas, solapes de 10 cm.

-Alero: vuelo, recalce y macizado de las tejas.

-Otras tejas:

Replanteo previo de las pendientes.

Fijación según instrucciones del fabricante para el tipo y modelo.

-Cumbreras, limatesas y remates laterales: piezas especiales.

Prueba de servicio:

Riego continuo de la superficie de la cubierta y de los puntos singulares. La Dirección Facultativa dictaminará los puntos singulares que considere de mayor riesgo y en los que se incidirá especialmente en el riego continuo.

Se utilizarán los dispositivos idóneos de riego, con los que se rociará homogénea e ininterrumpidamente la cubierta con agua durante el tiempo que deba durar la prueba, y no menos de 8 horas. La intensidad de riego mínima será 0,25 l/m<sup>2</sup>min. Deberá actuar directamente y de manera simultánea sobre todas las superficies de la unidad de inspección objeto de la prueba.

**2.9.4.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

-m<sup>2</sup> de cubierta, totalmente terminada, medida sobre los planos inclinados y no referida a su proyección horizontal, incluyendo los solapos, parte proporcional de mermas y roturas, con todos los accesorios precisos; así como colocación, sellado, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen, forjados canalones ni sumideros.

**2.9.4.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Acero galvanizado, solo se colocará en cubiertas en las que pueda tener contacto con materiales ácidos y alcalinos; o con metales, excepto con el aluminio, que puedan formar pares galvánicos.

A evitar: el contacto con el acero no protegido a corrosión, yeso fresco, cemento fresco, maderas de roble o castaño, aguas procedentes de contacto con cobre.

Podrá utilizarse en contacto con aluminio: plomo, estaño, cobre estañado, acero inoxidable, cemento fresco (sólo para el recibido de los remates de paramento);

En el caso de estar el cobre situado por debajo del acero galvanizado, podrá aislarse mediante una banda de plomo.

No se utilizarán morteros ricos en cemento para el recibido de tejas.

**2.9.4.12. Verificaciones y pruebas de servicio**

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

Deberán realizarse, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, además de otras las que puedan establecerse con carácter voluntario. Bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas.

## 2.10. AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN

### 2.10.1. AISLAMIENTO

#### 2.10.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Definición: Materiales para aislamiento térmico-acústico de edificios.

Tipos, Designación e Identificación:

Poliestireno:

Planchas rígidas moldeadas fabricadas por expansión de perlas expandibles de poliestireno.

UNE 92115:1997. Materiales aislantes térmicos utilizados en la edificación. Productos de poliestireno extruido (XPS). Especificaciones.

Planchas rígidas moldeadas fabricadas por un proceso continuo de extrusión del poliestireno.

UNE 92115:1997. Materiales aislantes térmicos utilizados en la edificación. Productos de poliestireno extruido (XPS). Especificaciones. Espuma de poliuretano:

Planchas rígidas de espuma de poliuretano de estructura homogénea moldeadas con espesor constante.

UNE-53351: 1978 EX Plásticos. Planchas de espuma rígidas de poliuretano, utilizadas como aislantes térmicos en habitáculos y en instalaciones isotérmicas y frigoríficas. Características y métodos de ensayo.

Fibra de vidrio:

Mantas o fieltros (fibra de vidrio aglomerada con o sin revestimiento y presentada en rollos). UNE-92102:1998 Materiales aislantes. Lana de vidrio. Definición, clasificación y características.

Paneles rígidos y semirrígidos (fibra de vidrio aglomerada con o sin revestimiento y presentada en paralelepípedos rectangulares). UNE-92102:1998 Materiales aislantes. Lana de vidrio. Definición, clasificación y características.

Coquillas (fibra de vidrio aglomerada presentada en forma de cilindros anulares).

UNE-92102:1998 Materiales aislantes. Lana de vidrio. Definición, clasificación y características.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Se verificarán que se corresponden con las especificadas en proyecto. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $\text{kg/m}^2$ . Los materiales utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por: la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en  $\text{kPa}\cdot\text{s/m}^2$ , obtenida según UNE-EN 29053, en materiales de relleno de las cámaras de los elementos constructivos de separación y el coeficiente de absorción acústica, al menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio  $m$ , en el caso de materiales utilizados como absorbentes acústicos. Si no se conoce el valor del coeficiente de absorción acústica medio  $m$ , podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado,  $w$ .

#### 2.10.1.2. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

Los materiales que vengan avalados por Sellos o Marcas de Calidad, deberán tener la garantía por parte del fabricante, del cumplimiento de los requisitos y características mínimas exigidas, por lo que podrá realizarse su recepción sin necesidad de efectuar las siguientes comprobaciones o ensayos.

Se comprobarán los espesores y tipo del aislamiento térmico, fabricante, etc.

Correcta colocación del aislante, según especificaciones de proyecto. Continuidad.



Evitación de puentes térmicos.

Se realizarán ensayos de:

Continuidad térmica de los diferentes espesores en que se comercializan si la resistencia correspondiente a tales espesores.

Densidad aparente.

Permeabilidad al vapor de agua teniendo en cuenta la lámina o barrera de vapor si la tuviera.

Absorción de agua por volumen.

Deformación frente a cargas (módulo de elasticidad.).

Resistencia a flexión y compresión.

Aislamiento acústico.

Para fibras minerales: conductividad térmica.

Para plásticos celulares: dimensiones, tolerancias y densidad aparente con carácter general según las normas UNE correspondientes. Cuando se empleen como aislamiento térmico de suelos y en el caso de cubiertas transitables, se determinará su resistencia a compresión y conductividad térmica según las normas UNE.

Los hormigones celulares espumosos requerirán SELLO-INCE indicando su densidad en seco. Para determinar la resistencia a compresión y la conductividad térmica se emplearán los ensayos correspondientes especificados en las normas ASTM e ISO correspondientes.

Estas características se determinarán cada 1.000 metros cuadrados de superficie o fracción, en coquillas cada 100 m o fracción y en hormigones celulares espumosos cada 500 metro cuadrado o fracción.

### **2.10.1.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

Se seguirán las instrucciones indicadas por cada fabricante para la manipulación y colocación de los materiales. Los materiales deberán llegar a la obra embalados y protegidos.

Fases de ejecución

El aislamiento deberá cubrir toda la superficie a aislar y no presentará huecos, grietas, o descuelgues y tendrá un espesor uniforme.

Deberán quedar garantizadas la continuidad del aislamiento y la ausencia de puentes térmicos y/o acústicos, para ello se utilizarán las juntas o selladores y se seguirán las instrucciones del fabricante o especificaciones de proyecto.

En la colocación de coquillas se tendrá en cuenta:

En tuberías y equipos situados a la intemperie, las juntas verticales se sellarán convenientemente.

El aislamiento térmico de redes enterradas deberá protegerse de la humedad y de las corrientes de agua subterráneas o escorrentías.

Las válvulas, bridas y accesorios se aislarán preferentemente con casquetes aislantes desmontables de varias piezas, con espacio suficiente para que al quitarlos se puedan desmontar aquellas.

### **2.10.1.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

Estarán terminados los paramentos de aplicación.

El soporte deberá estar limpio, seco y exento de roturas, fisuras, resaltes u oquedades.

### **2.10.1.5. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

En colocación horizontal en techos: Planeidad: 0,5 cm.

### **2.10.1.6. Condiciones de terminación de unidades de obra**

El aislamiento irá protegido con los materiales necesarios para que no se deteriore con el paso del tiempo. El recubrimiento o protección del aislamiento se hará de tal manera que este quede firme y lo haga duradero.

### **2.10.1.7. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

No se someterán a esfuerzos que no han sido previstos. No se colocarán elementos que perforen el aislamiento.

Los daños producidos por cualquier causa, se repararán inmediatamente.

En el caso de rotura o falta de eficacia, deberán ser sustituidos por otros del mismo tipo

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

### **2.10.1.8. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Deberá comprobarse la correcta colocación del aislamiento térmico, su continuidad y la inexistencia de puentes térmicos en capialzados, frentes de forjado y soportes, según las especificaciones de proyecto o director de obra.

Se comprobará la ventilación de la cámara de aire su la hubiera.

### **2.10.1.9. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

m<sup>2</sup> metro cuadrado incluso parte proporcional de cortes, uniones, rastreles y colocación.

ml de coquilla, incluso parte proporcional de cortes, uniones y colocación.

#### **2.10.1.10. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Las espumas rígidas en contacto con la acción prolongada de las algunas radiaciones solares, conducen a la fragilidad de la estructura del material expandido.

Deberá utilizarse una capa separadora cuando puedan existir alteraciones de los paneles de aislamiento al instalar las membranas impermeabilizantes. Podrán ser fieltros de fibra de vidrio o de poliéster.

#### **2.10.1.11. Verificaciones y pruebas de servicio**

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.

- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

### **2.10.2. JUNTAS DE DILATACIÓN Y SELLADOS**

#### **2.10.2.1. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.10.2.2. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

No se realizarán trabajos de sellado cuando las condiciones climatológicas puedan resultar perjudiciales, o cuando la temperatura ambiente sea menor de 5 o mayor de 50°C. Se cepillarán los bordes de la junta y, se limpiará mediante aire comprimido.

Se dará una mano de imprimación, en su caso, con materiales compatibles. La imprimación, deberá cubrir toda la superficie del flanco de la junta.

El material de sellado, deberá llenar totalmente la junta, sin huecos, coqueras, o interrupciones.

#### **2.10.2.3. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Presentarán líneas rectas, sin desvíos, o retallos y sin invadir los paramentos laterales. Las superficies quedarán limpias y alisadas.

#### **2.10.2.4. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

No se podrán someter a esfuerzos para los que no han sido previstas. Los daños producidos por cualquier causa, se repararán inmediatamente.

En caso de previsión de lluvias, se inspeccionarán las juntas reparándose en caso necesario.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.10.2.5. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: ml de juntas de dilatación. Se medirá la longitud total ejecutada.

### **2.10.3. PVC**

#### **2.10.3.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Se definen como láminas impermeables de polímeros las láminas flexibles fabricadas con materiales poliméricos, termoplásticos o elastoméricos, con o sin armadura de fibras sintéticas, que se emplearán como elemento impermeable en obras de impermeabilización bidimensional.

Por el espesor, las láminas impermeables se clasifican en:

Películas, espesor menor de 0,5 mm.

Láminas delgadas, espesor de 0,5 a 2 mm.

Láminas gruesas, espesor de 2 a 10 mm. Por el tipo de armadura o refuerzo:

Láminas simples (no reforzadas)

Láminas reforzadas con fibras sintéticas en forma de:

. Filtro (no tejido).

. Tejido.

. Enrejado o malla.

Por la naturaleza del material de base:

Elastómeros.

Termoplásticos.

Polímeros con betún.

Las láminas deberán tener una superficie uniforme y estar libres de defectos tales como arrugas, burbujas, grietas y similares, y deberán ser estancas al agua.

En las láminas con armadura, ésta deberá estar inserta de forma que las uniones entre láminas puedan realizarse correctamente por los mismos procedimientos que en las láminas simples de igual material polimérico de base.

En el caso particular de su empleo en contacto con el agua potable las láminas deberán cumplir la legislación sanitaria vigente. (Real Decreto 1432/82, de 18 de junio, "BOE" 29 de junio de 1.982 y Resolución del "BOE" número 282 de 24 de noviembre de 1.982).

Todas las láminas deberán tener un marcado de forma indeleble que especifique los siguientes términos:

Designación comercial y marca de fábrica.

Indicación del grupo y tipo del material de base.

Indicación del material de la armadura, en su caso.

Marca de calidad, si la tiene, de la entidad que la ampara.

Referencia a normas.

Año de fabricación.

Normas de aplicación

UNE-EN ISO 1183-1:2013; Plásticos: Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares. Parte 1: Método de inmersión, método del picnómetro líquido y método de valoración.

UNE-EN ISO 1183-2:2005; Plásticos: Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares. Parte 2: Método de la columna por gradiente de densidades. UNE 53127:2002; Plásticos celulares. Determinación de las características de combustión de probetas en posición horizontal sometidas a una llama pequeña.

UNE-EN 13956:2013; Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características. UNE-EN ISO 527-3/AC:2002; Plásticos: Determinación de las propiedades en tracción. Parte 3: Condiciones de ensayo para películas y hojas.

#### **2.10.3.2. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.10.3.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución de la impermeabilización:

No se realizarán trabajos de impermeabilización cuando las condiciones climatológicas puedan resultar perjudiciales, o cuando la temperatura ambiente sea menor de -5°C. Los trabajos en exteriores, se suspenderán cuando exista nieve, lluvia o viento superior a 50 km/h.

La capa base de la impermeabilización ha de tener una humedad inferior al 10%.

Las juntas de dilatación del soporte, se mantendrá en la base de la impermeabilización.

Las interrupciones en la ejecución de la impermeabilización, deberán hacerse de forma que no se deterioren los materiales componentes de la misma. La impermeabilización cubrirá los encuentros con paramentos verticales, en una altura mínima de 15 cm. sobre la solería de protección.

Las láminas de PVC sin refuerzo deberán llevar una fijación perimetral al objeto de contener las variaciones dimensionales que sufre este material.

Las láminas de PVC en cubiertas deberán instalarse con pendientes del 2% y se evitará que elementos sobresalientes detengan el curso del agua hacia el sumidero. Sólo podrán admitirse cubiertas con pendiente 0%, en sistemas de impermeabilización con membranas de PVC constituidos por láminas cuya resistencia a la migración de plastificante sea igual o inferior al 2% y que además sean especialmente resistentes a los microorganismos y al ataque y perforación de las raíces.

Juntas:

La impermeabilización y todos los elementos de la cubierta deberán respetar las juntas de dilatación del edificio o del soporte resistente de la cubierta. Las juntas de dilatación deberán situarse en limatesas.

Rebosaderos:

Deberán colocarse rebosaderos en los casos siguientes:

cuando en la cubierta exista una sola bajante

cuando se prevea que el agua acumulada al obturarse una bajante no pueda evacuarse por otras, debido a las disposiciones de las bajantes o de la cubierta.

cuando la obturación de una bajante pueda producir una carga en la cubierta que comprometa la estabilidad del soporte resistente.

El nivel del rebosadero deberá fijarse a una altura intermedia entre al del punto más bajo y la del más alto de la impermeabilización. El rebosadero deberá sobresalir 5 cm., como mínimo, de la pared exterior y deberá tener inclinación hacia abajo por su parte exterior. La suma de las áreas de las secciones de los rebosaderos de una zona deberá ser al menos igual a la de las áreas de las bajantes de aguas pluviales de dicha zona. Las secciones de los rebosaderos deberán ser preferentemente rectangulares.

Los trabajos en la cubierta se suspenderán siempre que se presenten vientos fuertes (superiores a 50 km/h) que comprometan la estabilidad de los operarios y puedan desplazar los materiales, así como cuando se produzcan heladas, nevadas y lluvias que hagan deslizantes las superficies del tejado.

#### **2.10.3.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

La superficie del soporte deberá ser uniforme, estar limpia y, carecer de cuerpos extraños. Los petos y protecciones deberán estar ejecutados.

Estarán ejecutados y terminados todos los cerramientos y divisiones que delimiten la superficie a impermeabilizar.

Estarán colocados y protegidos los bajantes y elementos de evacuación, así como cualquier otro que interfiera la ejecución de los trabajos. Estarán replanteados todos los elementos de la impermeabilización como pendientes, encuentros, niveles y juntas.

Estarán colocadas todas las instalaciones y tuberías que hayan de atravesar la impermeabilización. Cuando el soporte base de la impermeabilización sea hormigón o mortero, ha de estar fraguado.

#### **2.10.3.5. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Presentarán superficies planas, limpias, sin resaltes o hundimientos.

No existirán elementos que interfieran la evacuación de las aguas, a los puntos de desagüe.

#### **2.10.3.6. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

No se almacenarán materiales sobre la impermeabilización.

No se recibirán elementos que perforen la impermeabilización o puedan dañarla.

Se colocarán inmediatamente las capas siguientes que sirvan de protección a la impermeabilización. Los daños producidos por cualquier causa, se repararán inmediatamente.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.10.3.7. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Pruebas de estanqueidad:

Una vez terminada la membrana impermeabilizante, se cerrarán todos los desagües, excepto los rebosaderos y se realizarán las pruebas de estanqueidad consistentes en una inundación de la cubierta hasta un nivel de 5 cm por encima del punto más alto de la misma. La inundación deberá mantenerse durante un tiempo superior a 72 horas. Realizada la prueba se destaparán los desagües progresivamente.

Cuando pueda realizarse el ensayo de embalsamiento de la cubierta y existan dudas de una buena ejecución previa conformidad de la Dirección Facultativa, se reforzarán los solapos con una faja de 15 cm soldada totalmente.

Condición de no aceptación automática.

Para la impermeabilización, aparición de humedades en el plano inferior del forjado.

Para la formación de pendientes: estancamiento de agua en alguna zona del paño.

Para el sumidero, canalón y bajante: no evacuación de la totalidad de agua que llega al sumidero o al canalón.

#### **2.10.3.8. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

m<sup>2</sup> de superficie total ejecutada en proyección horizontal, incluso limpieza previa del soporte, imprimación, mermas y solapos.

ml de juntas de dilatación. Se medirá la longitud total ejecutada.

#### **2.10.3.9. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de**

**unidades de obra**

Se evitará el contacto de las láminas impermeabilizantes bituminosas, de plásticos o de caucho, con petróleos, aceites, grasas, disolventes en general y especialmente con sus disolventes específicos.

Deberá utilizarse una capa separadora cuando puedan existir alteraciones de los paneles de aislamiento al instalar las membranas impermeabilizantes o al instalarse los impermeabilizantes sobre un soporte incompatible.

Se evitará el contacto entre láminas de policloruro de vinilo plastificado y las espumas rígidas de poliestireno (expandido o extruido), así como el contacto entre láminas de policloruro de vinilo plastificado y las espumas rígidas de poliuretano (en paneles o proyectado).

Se evitará el contacto entre láminas de policloruro de vinilo plastificado y betunes asfálticos (emulsiones, láminas, aislamientos con asfaltos o restos de anteriores impermeabilizaciones asfálticas), salvo que el PVC esté especialmente formulado para ser compatible con el asfalto.

**2.11. PAVIMENTOS****2.11.1. PAVIMENTOS CERÁMICOS / GRES****2.11.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB HE 1, apartado 6, si forma parte de la envolvente térmica, se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos : conductividad térmica factor de resistencia a la difusión del vapor de agua densidad  $\rho$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>.

-Baldosas cerámicas:

Gres porcelánico: baldosas con muy baja absorción de agua, prensadas en seco o extruidas para suelos interiores y exteriores. Hay dos tipos básicos: gres porcelánico no esmaltado y gres porcelánico esmaltado.

Gres esmaltado: baldosas con absorción de agua baja o media- baja, prensadas en seco, esmaltadas. Adecuadas para suelos interiores y exteriores. Gres rústico: baldosas con absorción de agua baja o media- baja, extruidas, Generalmente no esmaltadas. Para revestimiento de solados exteriores.

Baldosín catalán: baldosas con absorción de agua desde media- alta a alta o incluso muy alta, extruidas, Generalmente no esmaltadas. Se utiliza para solado de terrazas, balcones y porches

Barro cocido: baldosas con de apariencia rústica y alta absorción de agua, en su mayoría no esmaltadas.

-Sistemas: conjuntos de piezas con medidas, formas o colores diferentes que tienen una función común:

Sistemas para escaleras; incluyen peldaños, tabicas, rodapiés o zanquines, Generalmente de gres.

Sistemas para piscinas: incluyen piezas planas y tridimensionales. Son Generalmente esmaltadas y de gres. Deberán tener buena resistencia a la intemperie y a los agentes químicos de limpieza y aditivos para aguas de piscina.

-Mosaico: podrá ser de piezas cerámicas, de gres o esmaltadas, o mosaico de vidrio.

-Piezas complementarias y especiales, de muy diversas medidas y formas: listeles, tacos, tiras y algunas molduras y cenefas.

-Características mínimas que deberán cumplir todas las baldosas cerámicas.

El dorso de las piezas tendrá rugosidad suficiente, preferentemente con entalladuras en forma de cola de milano, y una profundidad superior a 2 mm. Características dimensionales.

Expansión por humedad, máximo 0,6 mm/m.

Resistencia química a materiales domésticos y a bases y ácidos. Resistencia a las manchas.

Resistencia al deslizamiento, para impedir el riesgo de resbalamiento de los suelos, según su uso y localización en el edificio se le exigirá una clase u otra (tabla 1.1. del CTE DB SUA 1).

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, cuando se trate de revestimiento exterior, deberá tener una resistencia a filtración determinada, Conforme al CTE DB HS 1.

-Bases para embaldosado:

Sin base o embaldosado directo: sin base o con capa no mayor de 3 mm, mediante película de polietileno, fieltro bituminoso, esterilla especial, etc.

Base de arena o gravilla: con arena gruesa o gravilla natural o de machaqueo de espesor inferior a 2 cm para nivelar, rellenar o desolidarizar. Deberá utilizarse en estado seco.

Base de arena estabilizada: con arena natural o de machaqueo estabilizada con un conglomerante hidráulico. Puede servir de relleno.

Base de mortero o capa de regularización. También podrá ser un suelo flotante (las condiciones son las mismas que Suelos flotantes): con mortero pobre, de espesor entre 3 y 5 cm, para posibilitar la colocación con capa fina o impedir la deformación de capas aislantes.

Base de mortero armado. También podrá ser un suelo flotante (las condiciones son las mismas que Suelos flotantes): mortero armado con mallazo, el espesor puede estar entre 4 y 6 cm. Se utiliza como capa de refuerzo para el reparto de cargas y para garantizar la continuidad del soporte.

-Sistema de colocación en capa gruesa: para su colocación se pueden usar morteros industriales (secos, húmedos), semiterminados y hechos en obra. Material de agarre: mortero tradicional (MC). Según RC-16, para los morteros de albañilería se utilizarán, preferentemente, los cementos de albañilería, pudiéndose utilizar también cementos comunes con un contenido de adición apropiado, seleccionando los más adecuados en función de sus características mecánicas, de blancura, en su caso, y del contenido de aditivo aireante en los cementos de albañilería.

-Sistema de colocación en capa fina, adhesivos:

Adhesivos cementosos o morteros cola (C): compuesto por conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos. Existen dos clases principales: adhesivo cementoso normal (C1) y adhesivo cementoso mejorado (C2).

Adhesivos en dispersión o pastas adhesivas (D): compuesto por un conglomerante orgánico, aditivos orgánicos y cargas minerales. Ha y dos clases: adhesivo en dispersión normal (D1) y adhesivo en dispersión mejorado (D2).

Adhesivos de resinas reactivas (R): compuesto por resinas sintéticas, aditivos orgánicos y cargas minerales. Hay dos clases principales: adhesivo de resinas reactivas normal (R1) y adhesivo de resinas reactivas mejorado (R2).

Características de los materiales de agarre: adherencia mecánica y química, tiempo abierto, deformabilidad, durabilidad a ciclos de hielo y deshielo, etc.

-Material de rejuntado:

Material de rejuntado cementoso (CG): Existen dos clases: normal (CG1) y mejorado (CG2). Sus características fundamentales son: resistencia a abrasión; resistencia a flexión; resistencia a compresión; retracción; absorción de agua.

Estarán compuestos por conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos, que sólo tienen que mezclarse con agua o adición líquida justo antes de su uso. Material de rejuntado de resinas reactivas (RG): compuesto por resinas sintéticas, aditivos orgánicos y cargas minerales. Sus características fundamentales son: resistencia a abrasión; resistencia a flexión; resistencia a la compresión; retracción; absorción de agua.

Lechada de cemento (L): material no normalizado preparado in situ con cemento Portland y cargas minerales.

-Material de relleno de las juntas:

Juntas de partición: perfiles, materiales elásticos o material de relleno de las juntas de colocación. Juntas perimetrales: poliestireno expandido, silicona.

Juntas estructurales: perfiles o cubrecantos de plástico o metal, másticos, etc.

Conforme al DB-SUA 1, con el fin de limitar el riesgo de resbaladidad, los suelos tendrán la clase adecuada en función del uso y localización en el edificio.

#### 2.11.1.2. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### 2.11.1.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. De obtenerse mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

Ejecución

Condiciones generales:

La colocación deberá efectuarse en unas condiciones climáticas normales (de 5° C a 30° C), procurando impedir el soleado directo y las corrientes de aire.

-Preparación:

Aplicación, en su caso, de base de mortero de cemento. Disposición de capa de desolidarización, caso de estar prevista en proyecto. Aplicación, en su caso, de imprimación. Existen dos sistemas de colocación:

Colocación en capa gruesa: se coloca la cerámica directamente sobre el soporte, aunque en los suelos se deberá de prever una base de arena u otro sistema de desolidarización.

Colocación en capa fina: se realiza Generalmente sobre una capa previa de regularización del soporte.

-Ejecución:

Amasado:

Con adhesivos cementosos: se seguirán las recomendaciones del fabricante, amasándose el material hasta obtener una masa homogénea y cremosa. Una vez amasado la pasta se mantendrá en reposo durante unos minutos. Previo a su aplicación se realizará una breve amasado con herramienta de mano. Los adhesivos en dispersión se comercializan preparados para usar. Los adhesivos de resinas reactivas se amasarán según indicaciones del fabricante.

Es conveniente extender el adhesivo en paños no mayores de 2 m<sup>2</sup>.

Las piezas cerámicas se colocarán sobre la masa extendida presionándola por medio de ligeros golpes con un mazo de goma y moviéndolas ligeramente hasta conseguir el aplastamiento total de los surcos del adhesivo para lograr un contacto pleno. Las baldosas se colocarán dentro del tiempo abierto del adhesivo, antes de que se forme una película seca en la superficie del mismo que evite la adherencia. En el caso de materiales porosos no esmaltados, es conveniente la aplicación de un material antiadherente del cemento, previamente a las operaciones de rejuntado para impedir su retención y endurecimiento sobre la superficie del revestimiento.

Es recomendable, mezclar piezas de varias cajas.

Cuando se trate de mosaicos: el papel de la cara vista se desprenderá tras la colocación y la red dorsal quedará incorporada al material de agarre. Juntas

La separación mínima entre baldosas será de 1,5 mm. Cuando se trate de soportes deformables, la separación entre baldosas será mayor o igual a 3 mm.

Juntas de colocación y rejuntado: puede ser aconsejable llenar parcialmente las juntas de colocación con tiras de un material compresible antes de llenarlas a tope. El material compresible no deberá adherirse al material de rejuntado o, en otro caso, deberá cubrirse con una cinta de desolidarización. Estas cintas son normalmente autoadhesivas. La profundidad mínima del rejuntado será de 6mm. Se deberán rellenar a las 24 horas del embaldosado.

Juntas de movimiento perimetrales: impedirán el contacto del embaldosado con otros elementos tales como paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel mediante se deberán prever antes de colocar la capa de regularización, y dejarse en los límites de las superficies horizontales a embaldosar con otros elementos tales como paredes, pilares... Se puede prescindir de ellas en recintos con superficies menores de 7 m<sup>2</sup>. Deberán ser juntas continuas con una anchura mayor o igual de 5 mm. Quedarán ocultas por el rodapié o por el revestimiento adyacente. Deberán estar limpias de restos de materiales de obra y llegar hasta el soporte.

Juntas de movimiento estructurales: deberán llegar al soporte, incluyendo la capa de desolidarización si la hubiese, y su anchura deberá ser, como mínimo, la de la junta del soporte. Se rematan usualmente rellenándolas con materiales de elasticidad duradera.

Juntas de partición (dilatación): la superficie máxima a revestir sin estas juntas es de 50 m<sup>2</sup> a 70 m<sup>2</sup> en interior, y de la mitad de estas en el exterior. La posición de las juntas deberá replantearse de forma que no se encuentren cruzadas en el paso, si no, deberán protegerse. Estas juntas deberán cortar el revestimiento cerámico, el adhesivo y el mortero base con una anchura mayor o igual de 5 mm. Pueden rellenarse con perfiles o materiales elásticos.

-Corte y taladrado:

Siempre que sea posible, los cortes se harán en los extremos de los paramentos. Los taladros que se realicen en las piezas para el paso de tuberías, tendrán un diámetro de 1 cm mayor que el diámetro de estas.

#### **2.11.1.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

La puesta en obra de los revestimientos cerámicos se llevará a cabo por profesionales especialistas con la supervisión de la Dirección Facultativa.

Generalmente, el soporte para la colocación de baldosas reunirá las siguientes características: estabilidad dimensional, flexibilidad, resistencia mecánica, sensibilidad al agua, planeidad.

En cuanto a la estabilidad dimensional del soporte base se verificarán los tiempos de espera desde la fabricación. La superficie de colocación, reunirá las siguientes características:

-Resistencia mecánica: el forjado soportará, el peso permanente del revestimiento sin rotura o daños, las cargas de servicio y las tensiones del sistema de colocación.

-Planeidad:

Capa fina: se verificará que la desviación máxima con regla de 2 m, no excede de 3 mm.

Capa gruesa: se verificará que pueden compensarse las desviaciones con espesor de mortero.

-Humedad: cuando se trate de capa fina, la superficie tendrá una humedad inferior al 3%.

-Sensibilidad al agua: los soportes sensibles al agua (madera, aglomerados de madera, etc.), pueden requerir una imprimación impermeabilizante.

-Flexibilidad: la flecha activa de los forjados será inferior a 10 mm.

-Rugosidad cuando se trate de soportes muy lisos y poco absorbentes, se aumentará la rugosidad por picado u otros medios. Cuando se trate de soportes disgregables se aplicará una imprimación impermeabilizante.

-Estabilidad dimensional: tiempos de espera desde fabricación: cuando se trate de bases o suelos flotantes de mortero de cemento, 2-3 semanas y cuando se trate de forjado, suelo flotante y solera de hormigón, 6 meses.

Impermeabilización: sobre soportes de madera o yeso será conveniente prever una imprimación impermeabilizante.

-Limpieza: ausencia de polvo, pegotes, aceite o grasas, desencofrantes, etc.

En soportes deformables o sujetos a movimientos importantes, se usará el material de rejuntado de mayor deformabilidad.

En el caso de soportes preexistentes en obras de rehabilitación, pueden ser precisas actuaciones adicionales para verificar el acabado y estado de la superficie (rugosidad, porosidad, dureza superficial, presencia de zonas huecas, etc.).

En embaldosados recibidos con capa fina sobre revestimiento existente de terrazo o piedra natural, se tratará éste con agua acidulada para abrir la porosidad de la baldosa preexistente.

Cuando se realice un embaldosado recibido con capa fina sobre madera o revestimiento cerámico existente, se aplicará previamente una imprimación como puente de adherencia, salvo que el adhesivo a utilizar sea C2 de dos componentes, o R.

#### **2.11.1.5. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Características dimensionales para colocación con junta mínima:

-Planitud de superficie:

Para L 100 mm  $\pm 0,6$  mm

L > 100 mm  $\pm 0,5\%$  y + 2,0/- 1,0 mm.

-Longitud y anchura/ rectitud de lados:

Para L 100 mm  $\pm 0,4$  mm

Para L > 100 mm  $\pm 0,3\%$  y  $\pm 1,5$  mm.

-Ortogonalidad:

Para L 100 mm  $\pm 0,6$  mm

Para L > 100 mm  $\pm 0,5\%$  y  $\pm 2,0$  mm.

Conforme al CTE DB SUA 1, apartado 2, el suelo no presentará juntas que provoquen un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión, como los cerraderos de puertas, no deberán sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no deberá formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°; los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%; en zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.

#### **2.11.1.6. Condiciones de terminación de unidades de obra**

En pavimentos que deban soportar agresiones químicas, el material de rejuntado deberá ser de resinas de reacción de tipo epoxi.

En revestimientos porosos es habitual aplicar tratamientos superficiales de impermeabilización con líquidos hidrófugos y ceras para mejorar su comportamiento frente a las manchas e impedir la aparición de eflorescencias. Este tratamiento puede ser previo o posterior a la colocación.

Una vez finalizada la colocación y el rejuntado, la superficie del material cerámico suele presentar restos de cemento. Normalmente basta con una limpieza con una solución ácida diluida para eliminar esos restos.

Nunca deberá efectuarse una limpieza ácida sobre revestimientos recién colocados.

Es conveniente impregnar la superficie con agua limpia previamente a cualquier tratamiento químico. Y aclarar con agua inmediatamente después del tratamiento, para eliminar los restos de materiales químicos.

#### **2.11.1.7. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Las zonas recién pavimentadas deberán señalizarse para impedir que el solado sea transitado antes del tiempo recomendado por el fabricante del adhesivo. Se colocará una protección adecuada frente a posibles daños debidos a trabajos posteriores, pudiendo cubrirse con cartón, plásticos gruesos, etc.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.11.1.8. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Aplicación de base de cemento: verificar dosificación, consistencia y planeidad final. Capa de desolidarización: para suelos, verificar su disposición y espesor.

Capa fina, desviación máxima medida con regla de 2 m: 3 mm.

Verificar la idoneidad de la imprimación y que la aplicación se hace siguiendo las instrucciones del fabricante.

-Se comprobarán los materiales y colocación del embaldosado:

Baldosa: verificar que se ha realizado el control de recepción. Mortero de cemento (capa gruesa):

Verificar que las baldosas se han humedecido por inmersión en agua. Verificar reglado y nivelación del mortero fresco extendido.

En suelos: verificar que antes de la colocación de las baldosas se espolvorea cemento sobre el mortero fresco extendido. Adhesivo (capa fina):

Verificar que el tipo de adhesivo corresponde al especificado en proyecto. Aplicación del adhesivo:

Verificar que se utiliza siguiendo las instrucciones del fabricante. Verificar espesor, extensión y peinado con llana dentada adecuada. Tiempo abierto de colocación:

Verificar que las baldosas se colocan antes de que se forme una película sobre la superficie del adhesivo. Verificar que las baldosas se asientan finalmente antes de que concluya el tiempo abierto del adhesivo.

Colocación por doble encolado: verificar que se utiliza esta técnica en embaldosados en exteriores y para baldosas



mayores de 35 cm o superficie mayor de 1225 cm<sup>2</sup>. Juntas de movimiento:

Estructurales: verificar que se cubren y se utiliza un sellante adecuado.

Perimetrales y de partición: verificar su disposición, que no se cubren de adhesivo y que se utiliza un material adecuado para su relleno.

Juntas de colocación: verificar que el tipo de material de rejuntado corresponde con el especificado en proyecto. Verificar la eliminación y limpieza del material sobrante.

-Comprobación final:

Desviación de planeidad del revestimiento: la desviación entre dos baldosas adyacentes no deberá exceder de 1 mm. La desviación máxima se medirá con regla de 2 m. Para paramentos no deberá exceder de 2 mm.

Para suelos no deberá exceder de 3 mm.

Alineación de juntas de colocación; la diferencia de alineación de juntas se medirá con regla de 1 m. Para paramentos: no deberá exceder de  $\pm 1$  mm.

Para suelos: no deberá exceder de  $\pm 2$  mm.

Limpieza final: comprobación y medidas de protección.

#### 2.11.1.9. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

m<sup>2</sup> de embaldosado realmente ejecutado, incluyendo cortes, parte proporcional de piezas complementarias y especiales, rejuntado, eliminación de restos y limpieza. Peldaño y los rodapiés:

ml de las características determinadas. Totalmente terminado.

#### 2.11.1.10. Verificaciones y pruebas de servicio

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.

- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

### 2.11.2. PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

#### 2.11.2.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB HE 1, apartado 6, si forma parte de la envolvente térmica, se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos: conductividad térmica factor de resistencia a la difusión del vapor de agua densidad  $\rho$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>.

-Pastas autonivelantes para suelos.

-Conglomerante:

Cemento: cumplirá las exigencias en cuanto a composición, características mecánicas, físicas y químicas que establece la Instrucción para la recepción de cementos RC-16. La proporción que se use dependerá de la temperatura ambiental prevista durante el vertido, del espesor del pavimento y de su acabado.

Materiales bituminosos: podrán ser de mezcla en caliente constituida por un conglomerante bituminoso y áridos minerales.

Resinas sintéticas: es posible utilizar: epoxi, poliuretano, metacrilato, etc. Pueden ser transparentes, pigmentadas o mezcladas con cargas.

-podrán ser redondeados o de machaqueo. Para pavimento de terrazo in situ se suele usar áridos de mármol triturado, áridos de vidrio triturado, etc.

-de cuarzo: deberán haber sido lavados y secados, estando, por tanto, exentos de polvo y humedad. Los áridos coloreados podrán ser tintados con resinas epoxi o poliuretano, no aceptándose los tintados con silicatos.

-Agua: se admitirán todas las aguas potables y las tradicionalmente usadas; en caso de duda, el agua deberá cumplir las condiciones de acidez, contenido en sustancias disueltas, sulfatos, cloruros..., especificadas en las normas UNE.

- Aditivos en masa: podrán usarse plastificantes para mejorar la docilidad del hormigón, reductores de aire, acelerantes, retardadores, pigmentos, etc.
  - Malla electrosoldada de redondos de acero: cumplirá las especificaciones que se recogen para elementos de hormigón armado de este Pliego de Condiciones Técnicas.
  - Fibras metálicas o de polipropileno para dotar al pavimento de capacidad resistente. Se puede utilizar como sustituto del mallazo.
  - Lámina impermeable.
  - Líquido de curado.
  - Materiales de acabado:
- Pintura: cumplirá las especificaciones recogidas para las pinturas en este Pliego de Condiciones Técnicas. Moldes para el hormigón impreso.
- Desmoldeante: servirá de material desencofrante para los moldes o patrones de imprimir, cuando se trate de pavimentos continuos de hormigón con textura in situ permitiendo extraer texturas de las superficies de hormigón durante su proceso de fraguado. No alterará ninguna de las propiedades del hormigón, deberá ser estable, y servirá al hormigón como material impermeabilizante impidiendo el paso del agua, a la vez que dota al hormigón de mayor resistencia a la helada. Asimismo, será un elemento de curado que evitará la evaporación del agua del hormigón.
- Sellado: se puede usar laca selladora acrílica para superficies de hormigón o un impregnador en base metacrilato.
- Resina de acabado: deberá ser incolora, y permitirá ser coloreada en caso de necesidad. Deberá ser impermeable al agua, resistente a la basicidad, a los ácidos ambientales, al calor y a los rayos UV (no podrá amarillear en ningún caso). Impedirá la formación de hongos y microorganismos. Podrá aplicarse en superficies secas y/o húmedas, con frío o calor, podrá repintarse y dispondrá de una excelente rapidez de secado. Realzará los colores, formas, texturas y volúmenes de los pavimentos terminados.
- Juntas:
- Material de relleno de juntas: elastómeros, perfiles de PVC, bandas de latón, etc. Material de sellado de juntas: será de material elástico, de fácil introducción en las juntas. Cubrejuntas: podrán ser perfiles o bandas de material metálico o plástico.
- Resinas: todos los envases deberán estar etiquetados con la información que contengan; nombre comercial, símbolos correspondientes de peligro y amenazas, riesgo y seguridad, etc.
- Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos tendrán una clase (resistencia al deslizamiento) adecuada conforme al CTE DB SUA 1, en función del uso y localización en el edificio.
- 2.11.2.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**
- Los acopios de los materiales se harán en lugares previamente establecidos, y conteniéndose en recipientes adecuadamente cerrados y aislados. Los materiales combustibles o fácilmente inflamables se almacenarán alejados de fuentes de calor.
- 2.11.2.3. Control de recepción de materiales**
- Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.
- 2.11.2.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**
- Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. De obtenerse mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.
- Ejecución
- En todos los casos se respetarán las juntas de la solera, suelo flotante o forjado. En los pavimentos situados al exterior, se situarán juntas de dilatación formando una cuadrícula de lado no mayor de 5 m, que a la vez harán papel de juntas de retracción. En los pavimentos situados al interior, se situarán juntas de dilatación coincidiendo con las del edificio, y se mantendrán en todo el espesor del revestimiento. Cuando la ejecución del pavimento continuo se haga por bandas, se dispondrán juntas en las aristas longitudinales de las mismas.
- Cuando se trate de pavimento continuo con hormigón reglado:
- Vertido, extendido, reglado o vibrado del hormigón sobre solera debidamente compactada y nivelada; se colocará mallazo o fibras según lo especificado en proyecto; se harán los cortes de juntas de dilatación en paños según lo especificado en proyecto.
- Cuando se trate de pavimento continuo de hormigón fratasado:
- Una vez preparado el soporte se aplicará un puente de unión (pavimento monolítico), se colocará el mallazo sobre calzos y se realizará el hormigonado, pudiendo sustituir el mallazo por fibra metálica. Después se realizará un tratamiento superficial a base de fratasado mecánico con fratasadoras o helicópteros una vez que el hormigón tenga la consistencia adecuada; se incorporará opcionalmente una capa de rodadura con objeto de mejorar las características de la superficie.

-Cuando se trate de pavimento continuo con hormigón pulido:

Durante el vertido se colocará capa de malla electrosoldada o fibras de polipropileno; una vez realizada la superficie se pulirá y se incorporará la capa de rodadura de cuarzo endurecedor; se realizará el fratasado mecánico hasta que la solera quede perfectamente pulida; se dividirá la solera en paños según la obra para aplicar el líquido de curado; se realizará el aserrado de las juntas y sellado de las mismas con masilla de poliuretano o equivalente.

-Cuando se trate de pavimento continuo de hormigón impreso:

Durante el vertido del hormigón se colocará una capa de malla electrosoldada o fibra de polipropileno. Se extenderá el hormigón de manera manual, alisando la superficie mediante llana; se incorporará capa de rodadura sobre el hormigón fresco; se aplicará polvo desencofrante para impedir la adherencia de los moldes con el hormigón; se estampará y dará textura a la superficie con el molde elegido; se harán los cortes de las juntas de dilatación; se llevará a cabo la limpieza del pavimento y finalmente se aplicará un líquido de curado.

-Cuando se trate de pavimento de hormigón continuo tratado superficialmente:

Se aplicará el tratamiento superficial del hormigón (endurecedor, recubrimiento), en capas sucesivas mediante brocha, cepillo, rodillo o pistola.

-En caso pavimento continuo de hormigón tratado con mortero hidráulico:

Se realizará mediante aplicación sobre el hormigón del mortero hidráulico, bien por espolvoreo con un mortero en seco o a la llana con un mortero en pasta.

-Cuando se trate de pavimento continuo con terrazo in situ:

Se formará con un aglomerante a base de resina o cemento que proporcionará a la masa su color, cargas minerales que le darán textura, pigmentos y aditivos. Se ejecutará sobre capa de 2 cm de arena sobre el forjado o solera, sobre la que se extenderá una capa de mortero de 1,5 cm, malla electrosoldada y otra capa de mortero de 1,5 cm. Una vez apisonada y nivelada esta capa, se extenderá el mortero de acabado disponiendo banda para juntas en cuadrículas de lado no mayor de 1,25 m.

-Cuando se trate de pavimento continuo con mortero de resinas sintéticas:

Cuando se trate de mortero autonivelante, éste se aplicará con espátula dentada hasta espesor no menor de 2 mm, cuando se trate de mortero no autonivelante, éste se aplicará mediante llana o espátula hasta un espesor no menor de 4 mm.

-Cuando se trate de pavimento continuo a base de resinas:

Las resinas se mezclarán y aplicarán en estado líquido en la obra.

-Cuando se trate de pavimento continuo con mortero hidráulico polimérico:

El mortero se compactará y alisará mecánicamente hasta espesor no menor de 5 mm.

-Juntas:

Se realizarán mediante corte con disco de diamante, en el caso de juntas de retracción o dilatación o con la incorporación de perfiles metálicos caso de juntas estructurales o de construcción.

Juntas de dilatación: ancho de la junta será de 1 a 2 cm y su profundidad igual a la del pavimento. El sellado podrá ser de masilla o perfil preformado o bien con cubrejuntas por presión o ajuste.

Juntas de retracción: ancho de la junta será de 5 a 10 mm y su profundidad igual a 1/3 del espesor del pavimento. El sellado podrá ser de masilla o perfil preformado o bien con cubrejuntas. Previamente se realizará la junta mediante un cajeador practicado a máquina en el pavimento.

Juntas de aislamiento serán aceptadas o cubiertas por el revestimiento, según se determine. Las juntas serán cubiertas por el revestimiento, previo tratamiento con masilla de resina epoxídica y malla de fibra.

La junta de dilatación no se recubrirá por el revestimiento.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.2.3. Deberán respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

-Grado de impermeabilidad:

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.3 de DB HS 1 del CTE, en función de la presencia de agua.

-Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.2.3.1, los encuentros del suelo con los muros serán:

Cuando el suelo y el muro sean hormigonados in situ, excepto en muros pantalla, deberá sellarse la junta entre ambos con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta.

Cuando el muro sea un muro pantalla hormigonado in situ, el suelo deberá encastrarse y sellarse en el intradós del muro de la siguiente forma:

Se deberá abrir una roza horizontal en el intradós del muro de 3 cm de profundidad como máximo que dé cabida al suelo más 3 cm de anchura como mínimo; Se deberá hormigonar el suelo macizando la roza excepto su borde superior que deberá sellarse con un perfil expansivo.

Si el muro es prefabricado se deberá sellar la junta conformada con un perfil expansivo situado en el interior de la junta.

-En encuentros entre suelos y particiones interiores:

Si el suelo se impermeabiliza por el interior, no deberá apoyarse la partición sobre la capa de impermeabilización directamente, sino sobre la capa de protección de la misma.

#### **2.11.2.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

##### **Soporte**

Previo a la instalación del revestimiento de resinas se verificarán las pendientes por si se previera la posibilidad de formación de charcos y poder así proceder a su reparación. Según el revestimiento que se use necesitará contener más o menos humedad, por lo que se realizará un ensayo de humedad al soporte. Los sistemas cementosos, se necesita una humectación previa a la aplicación, sin embargo, los sistemas poliméricos se requiere una superficie seca del soporte.

En los pavimentos exteriores, se colocarán previamente los bordillos o encofrados perimetrales.

-Cuando se trate de pavimento continuo con aglomerado bituminoso y con asfalto fundido, sobre la superficie del hormigón del forjado, suelo flotante o solera se dará una imprimación con un riego de emulsión de betún.

-Cuando se trate de pavimento de hormigón continuo tratado superficialmente con mortero de resinas sintéticas o mortero hidráulico polimérico, se eliminará la lechada superficial del hormigón del forjado, suelo flotante o solera mediante rascado con cepillos metálicos.

-Cuando se trate de pavimento continuo de hormigón tratado con mortero hidráulico, si el forjado, suelo flotante o solera tiene más de 28 días, se rascará la superficie y se aplicará una imprimación previa, de acuerdo con el tipo de soporte y el mortero a aplicar.

La superficie del soporte será lo suficientemente plana, sin baches, abultamientos ni ondulaciones, cumpliéndose las siguientes condiciones dependiendo del tipo de soporte: Colocado sobre el terreno, éste estará estabilizado y compactado al 100% según ensayo Proctor Normal.

En caso de colocarse sobre suelo flotante, solera o forjado, la superficie de éstos estará exenta de grasas, aceite o polvo.

#### **2.11.2.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Nivelación del soporte tolerancia de  $\pm 5$  mm, por norma general.

Conforme al CTE DB SUA 1, apartado 2, el suelo no presentará juntas que provoquen un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión, como los cerraderos de puertas, no deberán sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no deberá formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°; los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%; en zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.

Cuando se dispongan barreras para delimitar zonas de circulación, tendrán una altura de 80 cm como mínimo.

#### **2.11.2.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Cuando se trate de pavimento continuo de hormigón tratado superficialmente con endurecedor o colorante: podrá recibir un acabado mediante aplicación de un agente desmoldeante, para posteriormente obtener textura con el modelo o patrón elegido; esta operación se realizará mientras el hormigón siga en estado de fraguado plástico. Una vez endurecido el hormigón, se deberá proceder al lavado de la superficie con agua a presión para desincrustar el agente desmoldeante y materias extrañas. Para finalizar, se realizará un sellado superficial con resinas, proyectadas mediante sistema airless de alta presión en dos capas, obteniendo así el rechazo de la resina sobrante, una vez sellado el poro en su totalidad.

Cuando se trate de pavimento continuo con empedrado: se eliminarán los restos de lechada y se limpiará su superficie.

Cuando se trate de pavimento continuo con terrazo in situ: el acabado se realizará mediante pulido con máquina de disco horizontal sobre la capa de mortero de acabado. Cuando se trate de pavimento continuo con aglomerado bituminoso: el acabado final se realizará mediante compactación con rodillos, durante la cual, la temperatura del aglomerado no bajará de 80° C.

Cuando se trate de pavimento continuo con asfalto fundido: el acabado final se realizará mediante compactación con llana.

Cuando se trate de pavimento continuo con mortero hidráulico polimérico: el acabado final podrá ser de pintado con resinas epoxi o poliuretano, o mediante un tratamiento superficial del hormigón con endurecedor.

#### **2.11.2.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Cuando se trate de pavimento continuo de solados de mortero, éstos no se someterán a la acción de aguas con pH mayor de 9 o con concentración de sulfatos superior a 0,20 gr/l. Asimismo, no se someterán a la acción de aceites minerales orgánicos o pesados.

Se impedirá la permanencia continuada sobre el pavimento de agentes químicos admisibles para el mismo y se tendrá especial cuidado de evitar la caída accidental de agentes químicos no admisibles.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.11.2.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Se prestará especial atención en el control de ejecución de. Se verificará la limpieza del soporte e imprimación, en su caso. Ejecución:

Replanteo, nivelación.

Espesor de la capa de base y de la capa de acabado. Disposición y separación entre bandas de juntas.

Se verificará que la profundidad del corte en la junta, que será al menos, de 1/3 del espesor de la losa. Comprobación final:

Planeidad con regla de 2 m. Acabado de la superficie.

#### **2.11.2.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: m<sup>2</sup> de pavimento continuo realmente ejecutado, incluyendo pinturas, endurecedores, formación de juntas, eliminación de restos y limpieza.

#### **2.11.2.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para pavimentos continuos de hormigón tratados superficialmente con colorante- endurecedor para ser estampados posteriormente, el material utilizado como desmoldeante tendrá que ser químicamente compatible con el colorante- endurecedor.

#### **2.11.2.12. Verificaciones y pruebas de servicio**

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

### **2.11.3. PAVIMENTOS DE MADERA**

#### **2.11.3.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB HE 1, apartado 6, si forma parte de la envolvente térmica, se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos: conductividad térmica factor de resistencia a la difusión del vapor de agua densidad  $\rho$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>.

Para materiales aislantes de ruido de impactos utilizados en suelos flotantes se caracterizan por la rigidez dinámica,  $s$ , en MN/m<sup>3</sup>, obtenida según UNE-EN 29052-1:1994 y la clase de compresibilidad, definida en sus propias normas UNE.

-Solera de mortero de cemento. La más usual. Es conveniente como dosificación estándar la integrada por cemento CEM-II 32.5 y arena de río lavada con tamaño máximo de grano de 4 mm en proporciones de 1 a 3 respectivamente.

-Suelos de madera: pavimentos interiores formados por el ensamblaje de elementos de madera. Tipos:

Suelos de chapas de madera: parqué multicapa. Pavimento flotante.

Suelos de madera macizos: parqué con ranuras o lengüetas. Lamparqué macizo. Parqué con sistema de interconexión. Tabla de parqué preensamblada. Parqué: está compuesto por tablillas de pequeño tamaño adosadas unas a otras, pero no unidas entre sí, formando figuras geométricas.

Los suelos de parquet pueden ser (según el tamaño de la tablilla):

Lamparqué: para tablillas de longitud mínima de 200 mm, normalmente por encima de los 250 mm. Parqué taraceado: para tablillas menores de 200 mm de longitud, normalmente por debajo de 160 mm.

Para un mejor anclaje del adhesivo en la contracara de las tablillas es conveniente que lleven al menos 2 ranuras en contracara. Estas ranuras nunca serán de una profundidad mayor que 1/5 del grosor de la tablilla.

Es conveniente que las tablillas lleven una pequeña mecanización en el perímetro, o que los cantos de las tablillas presenten un cierto ángulo de bisel hacia el interior, mínimo recomendado 6°, para impedir el efecto de subida y rebosamiento del adhesivo por los cantos,

Tarima tradicional que podrá ser clavada o encolada a los rastreles: el grueso de las tablas puede ser de 18 a 22 mm o mayor.

El material de los rastreles, para colocación de entarimados, puede ser la madera conífera o frondosa siempre que

no presente defectos que comprometan la solidez de la pieza (nudos, fendas etc.). Las más habituales son las de conífera de pino a abeto. La anchura habitual de los rastreles será de entre 50 y 70 mm.

Tanto las tarimas o parqués flotantes, estará formado por:

Capa base o soporte, de madera de conífera (Generalmente de pino o abeto) de 2 mm de grosor, con la fibra recta, densidad mediana e hidrofugada. Esta capa es la que en la tarima instalada sirve de soporte a las demás y queda en contacto con la capa aislante.

Capa intermedia o persiana, formada por un enlistonado también en madera de conífera de 9 mm de grosor. Los listones van cosidos entre sí. Los listones de los extremos son sustituidos por tiras de contrachapado para dar mayor cohesión al machihembrado de testa de la tarima. Esta capa da la cohesión y flexibilidad al conjunto.

Capa noble o de uso, constituida por un mosaico de tablas de  $\pm 3,2$  mm de espesor, con disposición en paralelo y junta alternada. Las tres capas van encoladas entre sí con adhesivos de urea formol, de bajo contenido en formaldehídos.

Las tarimas van machihembradas en todo su perímetro.

Laminados. La composición del suelo laminado de alta prestación será generalmente:

Refuerzo inferior: es la protección inferior del conjunto. Con él se deberá obtener un óptimo equilibrio higrotérmico interno de la pieza. Se constituye con una hoja compuesta por dos papeles Kraft entre los que se dispone una fina capa de polietileno.

Aglomerado o tablero soporte: la base donde descansa el laminado. Formado por un tablero aglomerado de partículas de madera, con fibras de composición especial, que aporta las características mecánicas, cohesivas y de resistencia a la deformación del pavimento. La durabilidad del tablero aglomerado varía según el tipo de material seleccionado ( $850 \div 1.100 \text{ kg/m}^3$ ).

Laminado de alta presión (HPL): es el componente exterior del conjunto, el de acabado. Se trata de un laminado o estratificado de alta presión formado por la superposición de tres elementos unidos entre sí mediante resinas, que se calientan y comprimen a alta presión formando una masa homogénea.

La capa base. Estará formada por varias planchas de papel Kraft impregnadas en resinas fenólicas, que proporcionan cohesión al conjunto y disipan calor e impactos.

La capa decorativa: es la capa intermedia, portadora del dibujo que se pretende reproducir. Su composición es similar a la anterior y también está impregnada en resina melamínica.

La capa superficial: en contacto con el ambiente exterior, proporciona la resistencia a la abrasión. Estará formada por una o varias finas láminas de composición similar al papel, impregnadas en resinas melamínicas y reforzadas con óxido de aluminio en polvo.

-Tarima para exteriores:

Para tarimas en exterior se utilizan normalmente las que debido a sus propiedades físico-mecánicas son más aptas. De la familia de las frondosas tropicales. Todas ellas tienen una resistencia natural a la intemperie y sólo necesitan tratamiento de acabado si queremos resaltar o mantener su belleza a lo largo del tiempo.

También pueden utilizarse otras menos resistentes a la intemperie, pero será imprescindible someterlas a tratamientos de cuperización, impregnación, y/o autoclave. Pertenecen a la familia de las frondosas de zonas templadas y coníferas, y, salvo excepciones, deberán ser tratadas según la clase de riesgo al que van a ser expuestas.

-Adhesivos:

Es conveniente la utilización de adhesivos que mantengan su elasticidad a lo largo de su vida de servicio.

Adhesivos de reacción: son materiales a base de resinas epoxídicas o de poliuretano, exentos de solventes o materiales volátiles. Es conveniente para el pegado de grandes formatos. Existen los siguientes tipos: adhesivos de poliuretano monocomponentes y adhesivos de dos componentes.

Adhesivos en dispersión acuosa de acetato de polivinilo: es conveniente para el pegado de parquet mosaico y lamparquet de pequeños formatos (por debajo de 300 mm de longitud y 12 mm de grosor).

Los adhesivos para la colocación de pavimentos flotantes deberán ser como mínimo de la clase D2 según la norma UNE-EN 204:2002. No sirven a este efecto los adhesivos convencionales de pegado de lamparquet y parquet mosaico.

-Barrera contra el vapor.

Cuando sea preciso disponer barrera de vapor y salvo especificación en sentido contrario en el proyecto, estará integrada por films de polietileno PE-80 o PE-100, de 0,15 a 0,20 mm de espesor

-Aislante: cumplirá lo especificado para suelo flotante.

-Materiales de juntas: relleno con materiales flexibles.

-Material auxiliar:

Tarimas clavadas: es conveniente la utilización de clavos de 1,3 x 35 mm o 1,4 x 40 mm. En caso de utilizar grapas serán como mínimo de la misma longitud que los clavos. En función del uso y localización en el edificio, y con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos tendrán una clase (resistencia al deslizamiento) adecuada conforme al DB-SUA 1,

Conforme al CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, cuando se trate de revestimiento exterior, deberá tener una resistencia a filtración.

### 2.11.3.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales

Los parquets se deberán almacenar en obra al abrigo de la intemperie, en local fresco, con ventilación, limpio y seco.

Las cajas se transportarán y almacenarán en posición horizontal. Se apilarán dejando espacios libres entre la madera el suelo y las paredes. El pavimento se aclimatará en el lugar de instalación, como mínimo 48 horas antes en el embalaje original. Si las tablas, tablillas o paneles llegados envueltos en plástico retráctil se mantendrán en su envoltorio hasta el momento de efectuar el trabajo. Si los parquetes llegan agrupados en palets se mantendrán en estos hasta su utilización. Durante el almacenaje e instalación, la temperatura media y la humedad relativa deberán ser las mismas que existirán en el momento de habitar el edificio. En general la temperatura, antes y durante la instalación, deberá ser entre 18 °C y 28° C, con una tasa de humedad entre 35% a 65%.

Adhesivos y barnices:

Se almacenarán en sus envases cerrados y protegidos de la radiación solar directa u otras fuentes de calor, en locales frescos y secos a temperaturas entre 13 y 25° C. En estas condiciones pueden almacenarse, normalmente, hasta 6 meses sin pérdida de sus propiedades.

#### 2.11.3.3. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### 2.11.3.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. De obtenerse mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

Ejecución Solera:

El mortero se verterá sobre forjado limpio. El grosor mínimo de las soleras será de unos 5 cm. Se extenderá con regla y se alisará con llana, no con plancha. En el caso de que la solera incluya tuberías de agua, de evacuación o de calefacción, estas deberán estar aisladas y el espesor mínimo recomendado anteriormente se medirá por encima del aislamiento. En las instalaciones de calefacción o suelo radiante se seguirán las recomendaciones del fabricante del sistema a este respecto.

Parquet encolado. Proceso de colocación:

Los adhesivos se pueden aplicar con espátula dentada u otra herramienta que se adapte al tipo de adhesivo. Se seguirán las recomendaciones de aplicación y dosificación del fabricante del adhesivo. Es conveniente un tiempo mínimo de tránsito de 24 horas y un tiempo mínimo de espera para el lijado de 72 h, salvo especificación en sentido contrario por parte del fabricante del adhesivo, Es conveniente no realizar trabajos de encolado o de acabado por debajo de 10° C, ni por encima de 30° C.

Se verterá sobre el soporte la cantidad adecuada de adhesivo y extendiéndolo uniformemente con una espátula dentada, se trabajará la pasta varias veces con amplios movimientos en semicírculo sobre ella, para que se mezcle bien el adhesivo. Una vez extendido se colocarán las tablas de parquet, siguiendo el diseño elegido. Las tablas se empujarán suavemente unas contra otras, presionando a la vez hacia abajo, para su perfecto asentamiento y encolado. Para dar tiempo al fraguado completo del adhesivo, el pavimento recién colocado no deberá ser transitado al menos durante 24 horas después del pegado

Lijado: este proceso requiere diversas pasadas con lijas de diferentes granos, dependiendo de los desniveles de la superficie y de la madera instalada. Si tras el pase de lija, se observan grietas, fisuras o imperfecciones, deberá aplicarse un emplaste que no manche la madera, llene las juntas y permita el lijado y pulido final en breve tiempo.

Barnizado: consiste en el lijado y afinado de la madera aplicando dos, tres o más capas de barniz para conseguir el acabado deseado. La duración del secado varía según el tipo de barniz, espesor de película, temperatura, humedad del aire, etc., no recomendándose pisar la superficie antes de las 24 horas, tras la aplicación del barniz. No obstante, el barniz continuará fraguando hasta conseguir su máxima dureza a partir de los 18-20 días de su aplicación.

Por último, se instalará el rodapié. Tarima flotante. Proceso de colocación:

Sobre el soporte se colocará una capa de material aislante a ruido de impactos cumpliendo las condiciones de suelo flotante. Las bandas se deberán colocar en sentido perpendicular a las lamas. En el caso de que las dimensiones de los locales sobrepasan ciertos límites, deberán disponerse juntas de expansión que puedan absorber los movimientos de hinchazón y merma que sufren este tipo de pavimentos. Las juntas de expansión serán de una anchura mínima de 10 mm. Se colocarán en arranques de pasillo, pasos de puerta, y los estrechamientos entre tabiques que separan distintos espacios del recinto.

Los parquetes flotantes deberán llevar en todo el perímetro juntas de expansión de una anchura mínima del 0,15% de la dimensión del recinto perpendicular al sentido de colocación, y como mínimo de 1 cm. Esta junta deberá disponerse también en todos los elementos que atraviesen el parquet (tuberías de distintos tipos de instalaciones) y en las zonas de contacto con elementos de carpintería (cercos de puerta).

Para rematar el extremo final de cada hilada se podrán utilizar recortes de longitudes cualesquiera, sin embargo, en tramos intermedios no son admisibles recortes de longitud inferior a tres veces el ancho de la tabla. Las lamas deberán encolarse en todo su perímetro (testas y cantos).

Tarima sobre rastreles:

flotante, el sistema de rastreles ya sea simple o doble, etc., apoya sobre el soporte, pero no se fija a éste (los rastreles

podrán llevar material aislante a ruido de impactos, tanto en su cara superior como en la inferior.

-fijo: el sistema de rastreles se fija al soporte, lo que a su vez puede realizarse mediante diferentes sistemas:

Sistema seco: atornillados sobre tacos; pegados, clavados;

Sistema húmedo discontinuo: el rastrel apoya en distintos puntos sobre pellas de yeso blanco o negro.

Sistema húmedo continuo: el rastrel apoya en toda su longitud sobre un mortero de cemento.

Se dispondrán clavos alternados a ambos lados del rastrel cada 40 cm de longitud como máximo y en posición oblicua, para facilitar el agarre del rastrel sobre la pasta o mortero).

La colocación se iniciará disponiendo en el perímetro del recinto una faja de rastreles al objeto de proporcionar superficie de apoyo a los remates de menores dimensiones. Se guardará en todo momento una separación mínima de 2 cm respecto a los muros o tabiques. Es conveniente la distribución de los rastreles paralela a la dirección menor del recinto. En los sistemas húmedos la chapa o espesor de mortero entre la cara inferior del rastrel y el forjado o superficie de soporte será como mínimo de 2 cm. Los cantos del rastrel deberán quedar totalmente embebidos en la pasta o mortero.

La tablazón se dispondrá, salvo especificación, en sentido paralelo a la dirección mayor del recinto. Se nivelarán y fijarán los rastreles: de modo flotante sobre cuñas niveladoras, o sobre soportes o calzos, recibidos con mortero de cemento, y si la calidad del soporte es adecuada, también se colocan pegados. Si los rastreles se han recibido en húmedo no se comenzará la colocación hasta verificar que la humedad del mortero es inferior al 2,5% y la del rastrel inferior al 18%.

Tablas clavadas: La tabla se fijará al rastrel mediante clavado sobre macho, con clavos de hierro de cabeza plana o con grapas, con clavadoras. Los clavos deberán penetrar como mínimo 2 cm en el rastrel. Los clavos deberán quedar embutidos en la madera en toda su longitud para impedir problemas de afianzamiento entre sí de las tablas. En el caso de clavos que hayan podido quedar mal afianzados se embutirán manualmente con martillo y puntero. El ángulo de clavado deberá aproximarse a 45°. Cada tabla deberá quedar clavada y apoyada como mínimo sobre dos rastreles excepto en los remates de los perímetros. No se utilizarán piezas menores de 40 cm, generalmente, salvo en los remates de los perímetros. En los paños paralelos a las tablas se dejará una junta perimetral del 0,15% de la anchura del entablado (dimensión en sentido perpendicular a las tablas). En todo caso la junta deberá quedar totalmente cubierta por el rodapié y éste deberá permitir el movimiento libre de la tablazón.

Tablas pegadas: se ejecutará conforme a las instrucciones del fabricante del adhesivo en cuanto a dosificación, separación entre rastreles, grosor de los cordones, etc. Acabado:

La tarima puede venir barnizada o aceitada de fábrica, ser lijada y barnizada en obra después de su colocación.

Lijado: este proceso requiere diversas pasadas con lijas de diferentes granos, dependiendo de los desniveles de la superficie y de la madera instalada. Si tras el pase de lija, se observan grietas, fisuras o imperfecciones, deberá aplicarse un emplaste que no manche la madera, llene las juntas y permita el lijado y pulido final en breve tiempo.

Barnizado: consiste en el lijado y afinado de la madera aplicando dos, tres o más capas de barniz para conseguir el acabado deseado. La duración del secado varía según el tipo de barniz, espesor de película, temperatura, humedad del aire, etc., no recomendándose pisar la superficie antes de las 24 horas, tras la aplicación del barniz. No obstante, el barniz continuará fraguando hasta conseguir su máxima dureza a partir de los 18-20 días de su aplicación.

Por último, se instalará el rodapié.

Suelos con sistemas de calefacción radiante:

El sistema de colocación de parquet más adecuado a las instalaciones de calefacción sobre suelo radiante es el parquet encolado. Se utilizarán preferentemente formatos pequeños. El grosor del parquet será menor o igual que 2,2 cm, el contenido de humedad de la solera o suelo flotante será inferior al 2%. Es conveniente un espesor mínimo de la solera o del suelo flotante de unos 3 cm contados por encima de las tuberías de conducción del sistema, no comenzándose los trabajos de colocación hasta que la solera haya alcanzado la temperatura ambiente.

Tarimas exteriores:

Colocación, nivelado y sujeción de los rastreles. Los rastreles se nivelarán recibidos sobre mortero de cemento; atornillados o sujetos mediante otro sistema al soporte existente; flotantes apoyados sobre grava o arena acondicionada; flotantes sobre calzos niveladores; flotantes elevados sobre soportes regulables en altura. La separación entre rastreles dependerá de la tarima a instalar, y estará entre 30 y 40 cm. De fábrica presentarán las aristas de sus cantos son redondeadas, no llevarán machos de unión, y las hembras tendrán un fresado especial dependiendo de la grapa de sujeción que se utilice para su anclaje o con un fresado antideslizante. La instalación se podrá realizar atornillando al rastrel realizando taladros previos u otros materiales plásticos atornillados al rastrel, o mediante grapas de acero que se introducirán en las hembras de la tarima permitiendo la sujeción al ser apretadas contra el rastrel, marcando a la vez la separación obligatoria entre las tablas para la evacuación del agua. La tarima para exteriores será tratada en obra aplicando una capa de aceite a base de linaza.

Barrera contra el vapor:

En el caso de ser necesaria su colocación se colocará solapando los pliegos al menos 20 cm, subiendo el perímetro hasta la altura del rodapié. Se dispondrá barrera de vapor en las soleras, suelos flotantes o forjados de planta baja de edificaciones de una sola altura y en los edificios de varias alturas en los forjados de primera planta, cuando bajo ésta haya locales no calefactados, tales como garajes, o almacenes. Cuando el soporte sea una solera o suelo flotante de mortero de cemento la barrera de vapor se colocará preferentemente debajo de ésta.

Juntas:



Las juntas serán como máximo de 3 mm.

La media de la anchura de las juntas no deberá sobrepasar por término medio el 2% de la anchura de la pieza.

#### **2.11.3.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

##### **Soporte**

El soporte deberá ser plano y horizontal antes de comenzarse la colocación del parquet. También estará limpio y libre de elementos que puedan dificultar la adherencia, el tendido de rastreles o el correcto asentamiento de las tablas en los sistemas de colocación flotante.

El local presentará ciertas condiciones para proceder a la colocación del revestimiento de madera. El local dispondrá de los cerramientos exteriores acristalados, para impedir la entrada de agua de lluvias, las variaciones excesivas de la humedad relativa y la temperatura etc. Los materiales de techos y paredes deberán presentar una humedad inferior al 2,5%, salvo los yesos y pinturas que podrán alcanzar el 5%. No se comenzarán los trabajos de colocación hasta que se alcancen y mantengan las condiciones de humedad relativa de los locales que se indican a continuación:

En zonas del interior peninsular: por debajo del 60%. En zonas de litoral: por debajo del 70%.

Antes de comenzar la colocación del revestimiento de madera, se habrá concluido la colocación de otros revestimientos de suelos, tales como los cerámicos, mármol etc., en zonas de baños, cocinas y mesetas de entrada a pisos. En cualquier caso, se asegurará el secado adecuado de los morteros con que se reciben estos revestimientos. Los trabajos de tendido de yeso blanco y colocación de escayolas estarán terminados. Los cercos o precercos de hueco de puerta estarán colocados. Antes de comenzar los trabajos de colocación del suelo de madera deberán haberse realizado las pruebas de instalaciones de electricidad, calefacción, aire acondicionado, evacuación de aguas y abastecimiento, incluso colocación de aparatos sanitarios.

#### **2.11.3.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Materiales:

Tolerancias de las lamas de la tarima flotante:

Desviación admisible en anchura: 0,1%.

Desviación admisible en escuadría: 0,2% respecto a la anchura. Espesor de la chapa superior o capa noble: 2,5 mm.

Curvatura de cara: 0,2% respecto a la anchura. Curvatura de canto: 0,1% respecto a la longitud.

Juntas perimetrales: deberán disponerse juntas de  $5 \pm 1$  mm. Tolerancias de colocación:

Diseño en junta regular (lamparquet y tarima): las juntas de testa entre dos tablas alternas (no adyacentes pertenecientes a hiladas diferentes deberán quedar alineadas entre sí con una tolerancia de: lamparquet  $\pm 2$  mm, la tarima,  $\pm 3$  mm. El extremo de cada pieza deberá coincidir con el punto medio de las piezas adyacentes con una tolerancia

(b) de: lamparquet  $\pm 2$  mm, tarima  $\pm 3$  mm.

Diseños en damero (paneles de parquet mosaico o lamparquet): la desviación de alineación entre dos paneles consecutivos será menor de 2 mm. La desviación de alineación acumulada en una longitud de 2 m de paneles será de 5 mm. Diseños en espiga (lamparquet y tarima): la desviación máxima de a lineación entre las esquinas de las tablas en cualquier tramo de 2 m de longitud de una misma hilada, será menor de 2 mm.

#### **2.11.3.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Las tarimas flotantes se barnizan normalmente en fábrica. No obstante, se podrán mejorar las prestaciones del barniz de fábrica según los requisitos de uso del local en que se va a colocar.

#### **2.11.3.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

En el caso de que vaya a transcurrir tiempo desde la colocación del parquet hasta el inicio de operaciones de acabado se protegerá con un material transpirable. Se mantendrán las condiciones de higrometría de los locales, durante los trabajos de acabado.

Para los parquets barnizados en fábrica, dadas sus características de acabado y su rapidez de colocación, se harán si es posible, después de los trabajos de pintura. Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.11.3.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

-Soporte: se medirá la planitud local con regla de 20 cm no habrá flechas superiores a 1 mm cualquiera en cualquier lugar y de la orientación de la regla. La planitud general se medirá con regla de 2 m.

Parquets encolados, (no deberán manifestarse flechas de más de 5 mm cualquiera que sea el lugar y la orientación de la regla). Parquets flotantes, (no deberán manifestarse flechas de más de 3 mm).

Horizontalidad: se medirá con regla de 2 m y nivel, no debiendo manifestarse desviaciones de horizontalidad superiores al 0,5% cualquiera que sea el lugar y la orientación de la regla.

-Solera/suelo flotante: se medirá el contenido de humedad, que deberá ser inferior al 2,5%. Estas mediciones de contenido de humedad se harán a una profundidad aproximada de la mitad del espesor de la solera, y en todo caso a una profundidad mínima de 2 cm.

-Entarimado: colocación de rastreles, paralelismo entre sí de los rastreles, nivelación de cada rastrel (en sentido longitudinal), nivelación entre rastreles (en sentido transversal).

-Controles finalizada la ejecución.

Una vez finalizado el enrastrelado, los rastreles deberán quedar nivelados en los dos sentidos, cada rastrel en particular y entre rastreles.

#### 2.11.3.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

m<sup>2</sup> de pavimento conformado por lamas apoyadas sobre el forjado o suelo flotante, tablillas adheridas a solera o a suelo flotante o tarima clavada o encolada a rastreles (fijos o flotantes), colocado, incluyendo o no lijado y barnizado, incluso cortes, eliminación de restos y limpieza.

Revestimientos de peldaño y rodapiés:

ml de las características determinadas.

#### 2.11.3.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra

En el caso de aplicarse un barniz para mejorar las prestaciones del barniz de fábrica de la tarima flotante, se deberá prever la compatibilidad de nuevo material con el barniz original aplicado en fábrica.

#### 2.11.3.12. Verificaciones y pruebas de servicio

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.

- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

## 2.12. ALICATADOS, CHAPADOS Y PREFABRICADOS

### 2.12.1. ALICATADOS

#### 2.12.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB HE 1, apartado 6, se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos: conductividad térmica factor de resistencia a la difusión del vapor de agua densidad  $\rho$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>.

-Baldosas cerámicas:

Gres porcelánico: baldosas con muy baja absorción de agua, prensadas en seco o extruidas, para revestimientos de fachadas y paredes interiores. Hay dos tipos básicos: gres porcelánico no esmaltado y gres porcelánico esmaltado.

Gres esmaltado: baldosas con absorción de agua baja o media- baja, prensadas en seco, esmaltadas. Adecuadas para revestimiento de fachadas. Gres rústico: baldosas con absorción de agua baja o media- baja, extruidas, Generalmente no esmaltadas. Para revestimiento de fachadas.

Barro cocido: baldosas con de apariencia rústica y alta absorción de agua, en su mayoría no esmaltadas.

Azulejo: baldosas con absorción de agua alta, prensadas en seco y esmaltadas. Para revestimiento de paredes interiores.

-Sistemas: conjuntos de piezas con medidas, formas o colores diferentes que tienen una función común:

Sistemas para piscinas: incluyen piezas planas y tridimensionales. Normalmente son esmaltadas y de gres. Deberán tener buena resistencia a la intemperie y a los agentes químicos de limpieza y aditivos para aguas de piscina.

-Mosaico: podrá ser de piezas cerámicas, de gres o esmaltadas, o mosaico de vidrio.

-Piezas complementarias y especiales, de muy diversas medidas y formas: listeles, tacos, tiras y algunas molduras y cenefas. Todas las baldosas cerámicas deberán cumplir unas características mínimas:

Características dimensionales.

Resistencia a las manchas.

Una expansión por humedad máxima de 0,6 mm/m.

En el dorso tendrán rugosidad suficiente, preferentemente con entalladuras en forma de cola de milano, y una profundidad superior a 2 mm. Resistencia química a materiales domésticos y a bases y ácidos.

Para revestimientos exteriores, la resistencia a filtración, será conforme al CTE DB HS 1 apartado 2.3.2.

Las piezas no estarán rotas, desportilladas ni manchadas y tendrán un color y una textura uniforme en toda su superficie.

Las características de los materiales de agarre son: adherencia mecánica y química, tiempo abierto, deformabilidad, durabilidad a ciclos de hielo y deshielo, deslizamiento o descuelgue, fraguado rápido, etc.

Sistemas de colocación:

-Capa fina, los materiales de agarre que se usan son:

Adhesivos cementosos o morteros cola (C): compuesto por conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos. Hay dos clases principales: adhesivo cementoso normal (C1) y adhesivo cementoso mejorado (C2).

Adhesivos en dispersión o pastas adhesivas (D): compuesto por un conglomerante orgánico, aditivos orgánicos y cargas minerales. Existen dos clases: adhesivo en dispersión normal (D1) y adhesivo en dispersión mejorado (D2).

Adhesivos de resinas reactivas (R): compuesto por resinas sintéticas, aditivos orgánicos y cargas minerales. Existen dos clases principales: adhesivo de resinas reactivas normal (R1) y adhesivo de resinas reactivas mejorado (R2).

-Capa gruesa: para su colocación se pueden usar morteros industriales (secos, húmedos), semiterminados y hechos en obra. Material de agarre: mortero tradicional (MC).

-Material de rejuntado:

Lechada de cemento (L): material no normalizado preparado in situ con cemento Portland y cargas minerales.

Cementoso (CG): compuesto por conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos, que solo tienen que mezclarse con agua o adición líquida justo antes de su uso. Existen dos clases: normal (CG1), recomendado para paramentos y mejorado (CG2), recomendado para suelos. Sus características fundamentales son: resistencia a abrasión; resistencia a flexión; resistencia a compresión; retracción; absorción de agua.

De resinas reactivas (RG): compuesto por resinas sintéticas, aditivos orgánicos y cargas minerales. Sus características fundamentales son: resistencia a abrasión; resistencia a flexión; resistencia a la compresión; retracción; absorción de agua.

-Material de relleno de las juntas:

Juntas estructurales: perfiles o cubrecantos de plástico o metal, másticos, etc. Juntas perimetrales: Poliuretano expandido, silicona.

Juntas de partición: perfiles, materiales elásticos o material de relleno de las juntas de colocación.

-Baldosas cerámicas:

Para cada suministro se acompañará una hoja de suministro que contendrá los datos de la baldosa: tipo de baldosa, dimensiones y forma, acabado y declaración del fabricante de las características técnicas de la baldosa suministrada.

Se marcarán las baldosas cerámicas y/o su embalaje:

Marca comercial del fabricante o fabricación propia.

El tipo de baldosa, con medidas nominales y medidas de fabricación. Código de la baldosa. Tipo de superficie: esmaltada o no esmaltada.

En el caso en el que el embalaje o en albarán de entrega no se indique el código de baldosa con especificación técnica, se solicitará al distribuidor o al fabricante información de las características técnicas de la baldosa cerámica suministrada.

-Mosaicos: Generalmente se comercializan pegados por la cara vista a hojas de papel. Generalmente perforado o, por el dorso, a una red textil, de papel o de plástico.

-Morteros de agarre: hecho en obra, se comprobarán las dosificaciones, materias primas: identificación: cemento, agua, cales, arena; mortero industrial: identificación.

-Adhesivos para baldosas cerámicas: el material se suministrará ensacado. Los sacos se recibirán en buen estado, sin desgarrones, zonas humedecidas ni fugas de material.

#### **2.12.1.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Los adhesivos se almacenarán en local cubierto, seco y con ventilación. Su tiempo de conservación es de aproximadamente un año desde su fabricación.

#### **2.12.1.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.12.1.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. De obtenerse mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

## Ejecución

La colocación deberá efectuarse en unas condiciones climáticas normales (5° C a 30° C), procurando impedir el soleado directo, las corrientes de aire, lluvias y aplicar con riesgo de heladas.

El soporte a revestir se limpiará y humedecerá si es recibido con mortero. Si es recibido con pasta adhesiva éste se mantendrá seco. En cualquier caso, se conseguirá una superficie rugosa del soporte. En el caso de que sea necesario, se mojarán las baldosas por inmersión, para evitar que absorban el agua del mortero. Se colocará una regla horizontal al inicio del alicatado y se replantearán las baldosas en el paramento para el despiece de los mismos. Sobre muros de hormigón se eliminará todo resto de desencofrante. El alicatado se iniciará a partir del nivel superior del pavimento y previo a ejecutar éste.

### -Amasado:

Adhesivos en dispersión: se comercializan preparados para usar. Adhesivos de resinas reactivas: según indicaciones del fabricante.

Adhesivos cementosos: según recomendaciones del fabricante, se amasará el material hasta que se obtenga una masa homogénea y cremosa. Una vez amasado, se mantendrá la pasta en reposo durante unos minutos. Antes de aplicarlo se realizará un breve amasado con herramienta de mano.

### -Colocación:

No se realizará el alicatado hasta que no se haya producido la retracción más importante del muro, es decir entre 45 y 60 días. Las piezas cerámicas se colocarán sobre la masa extendida presionándola por medio de ligeros golpes con un mazo de goma y moviéndolas ligeramente hasta conseguir el aplastamiento total de los surcos del adhesivo para lograr un contacto pleno. Las baldosas se colocarán dentro del tiempo abierto del adhesivo, antes de que se forme una película seca en la superficie del mismo que evite la adherencia. En el caso de materiales porosos no esmaltados, es conveniente la aplicación de un material antiadherente del cemento, previamente a las operaciones de rejuntado para impedir su retención y endurecimiento sobre la superficie del revestimiento.

Es recomendable, mezclar piezas de varias cajas.

Sistemas de colocación: colocación en capa gruesa, (se colocará la cerámica directamente sobre el soporte). Colocación en capa fina, (se realizará sobre una capa previa de regularización del soporte).

Cuando se trate de azulejos recibidos con adhesivo: si se utiliza adhesivo de resinas reactivas, el alicatado podrá fijarse directamente a los paramentos de mortero, sin picar la superficie, pero limpiando previamente el paramento. Para otro tipo de adhesivo se aplicará según las instrucciones del fabricante. Es conveniente extender el adhesivo en paños no mayores de 2 m<sup>2</sup>. Las baldosas no deberán colocarse si se forma una película seca en la superficie del adhesivo.

Cuando se trate de azulejos recibidos con mortero de cemento: se colocarán los azulejos extendidos sobre el mortero de cemento previamente aplicado sobre el soporte (no mediante pellas individuales en cada pieza), picándolos con la paleta y colocando pequeñas cuñas de madera en las juntas.

Cuando se trate de mosaicos: el papel de la cara vista se desprenderá tras la colocación y la red dorsal quedará incorporada al material de agarre.

### -Juntas:

El alicatado se realizará a junta abierta. La separación mínima entre baldosas será de 1,5 mm.

Juntas de partición o dilatación: la superficie máxima a revestir sin estas juntas es de 50 m<sup>2</sup> a 70 m<sup>2</sup> en interior, y de la mitad de estas en el exterior. La posición de las juntas deberá replantearse de forma que no se encuentren cruzadas en el paso, si no deberán protegerse. Estas juntas deberán cortar el revestimiento cerámico, el adhesivo y el mortero base con una anchura mayor o igual de 5 mm. Podrán rellenarse con perfiles o materiales elásticos.

Juntas de movimiento estructurales: deberán llegar al soporte, incluyendo la capa de desolidarización si la hubiese, y su anchura deberá ser, como mínimo, la de la junta del soporte. Se rematan usualmente rellenándolas con materiales de elasticidad duradera.

Juntas de movimiento perimetrales: se deberán prever antes de colocar la capa de regularización, dejándose en los límites de las superficies horizontales a embaldosar con otros elementos tales como paredes, pilares, etc. Se podrá prescindir de ellas en recintos con superficies menores de 7 m<sup>2</sup>. Deberán ser juntas continuas con una anchura mayor o igual de 5mm, y quedarán ocultas por el revestimiento adyacente. Deberán estar limpias de materiales de obra y llegar hasta el soporte.

Juntas de colocación y rejuntado: puede ser aconsejable llenar parcialmente las juntas de colocación con tiras de un material compresible antes de llenarlas a tope. El material compresible no deberá adherirse al material de rejuntado o, en otro caso, deberá cubrirse con una cinta de desolidarización. Estas cintas son generalmente autoadhesivas. La profundidad mínima del rejuntado deberá ser de 6mm. Se deberán rellenar a las 24 horas del embaldosado.

### -Corte y taladrado:

Siempre que sea posible, los cortes se harán en los extremos de los paramentos. Los taladros que se realicen en las piezas para el paso de tuberías, tendrán un diámetro de 1 cm mayor que el diámetro de estas.

#### **2.12.1.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

##### Soporte

La puesta en obra de los revestimientos cerámicos deberá llevarse a cabo por profesionales especialistas con la supervisión de la Dirección Facultativa de las obras. El soporte tendrá las siguientes propiedades para la colocación

de baldosas: estabilidad dimensional, flexibilidad, resistencia mecánica, sensibilidad al agua, planeidad. Comprobaciones sobre el soporte base:

De la estabilidad dimensional: tiempos de espera desde fabricación. De la superficie de colocación.

Limpieza: ausencia de polvo, pegotes, aceite, etc.

En el caso de soportes existentes muy lisos, prever aumento de rugosidad mediante repicado u otros medios; esto no será preciso con adhesivos C2, D o R. Impermeabilización: sobre soportes de madera o yeso será conveniente prever una imprimación impermeabilizante.

Capa gruesa:

Planeidad, se pueden compensar desviaciones con el espesor de mortero. Humedad: se humecta el tabique sin llegar a saturación.

Capa fina

Planeidad, la desviación máxima con regla de 2 m, no excede de 3 mm, se podrá prever una capa de mortero o pasta niveladora como medida adicional. Humedad, la superficie está aparentemente seca.

#### **2.12.1.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Características dimensionales para colocación con junta mínima:

-Planitud de superficie:

Para L 100 mm  $\pm 0,6$  mm

Para L > 100 mm  $\pm 0,5\%$  y + 2,0/- 1,0 mm.

-Longitud y anchura/ rectitud de lados:

Para L 100 mm  $\pm 0,4$  mm

Para L > 100 mm  $\pm 0,3\%$  y  $\pm 1,5$  mm.

-Ortogonalidad:

Para L 100 mm  $\pm 0,6$  mm

Para L > 100 mm  $\pm 0,5\%$  y  $\pm 2,0$  mm.

#### **2.12.1.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Cuando fragua la pasta adhesiva o el mortero, se procederá a retirar las cuñas y se limpiarán las juntas, retirando todas las sustancias perjudiciales o restos de mortero o pasta, posteriormente se rejuntará con material específico de rejuntado o lechada de cemento blanco o gris (coloreada cuando sea preciso), no se aceptará el rejuntado con polvo de cemento.

Nunca se efectuará una limpieza ácida sobre revestimientos recién colocados. Se limpiará la superficie con cepillos de fibra dura, agua y jabón, eliminando todos los restos de mortero con espátulas de madera.

Una vez finalizada la colocación y el rejuntado, se limpiará la superficie del material cerámico con una solución ácida diluida para eliminar los restos de cemento. Se impregnará la superficie con agua limpia previamente a cualquier tratamiento químico, y posterior aclarado

Los encuentros con carpinterías y vierteaguas se sellarán siempre.

#### **2.12.1.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Durante la obra, se impedirán los golpes que puedan dañar el alicatado, así como roces y punzonamiento.

No se sujetarán sobre el alicatado elementos que puedan dañarlo o provocar la entrada de agua, es preciso profundizar hasta encontrar el soporte.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.12.1.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Aplicación de base de cemento: verificar dosificación, consistencia y planeidad final. Capa fina, desviación máxima medida con regla de 2 m: 3 mm.

Aplicación de imprimación: verificar la idoneidad de la imprimación y que la aplicación se hace siguiendo las instrucciones del fabricante. Baldosa: verificar que se ha realizado el control de recepción.

Mortero de cemento (capa gruesa): verificar que las baldosas se han humedecido por inmersión en agua. Verificar reglado y nivelación del mortero fresco extendido. Adhesivo (capa fina): verificar que el tipo de adhesivo corresponde al especificado en proyecto.

Aplicación del adhesivo: verificar que se utiliza siguiendo las instrucciones del fabricante. Verificar espesor, extensión y peinado con lana dentada adecuada.

Tiempo abierto de colocación: verificar que las baldosas se colocan antes de que se forme una película sobre la superficie del adhesivo. Verificar que las baldosas se asientan finalmente antes de que concluya el tiempo abierto del adhesivo.

Colocación por doble encolado: verificar que se utiliza esta técnica en embaldosados en exteriores y para baldosas mayores de 35 cm. o superficie mayor de 1225 cm<sup>2</sup>. En cualquier caso: levantando al azar una baldosa, el reverso no

presenta huecos.

Juntas de movimiento: estructurales: verificar que no se cubren y que se utiliza un sellante adecuado. Perimetrales y de partición: verificar su disposición, que no se cubren de adhesivo y que se utiliza un material adecuado para su relleno.

Juntas de colocación: verificar el tipo de material de rejuntado corresponde con el especificado en proyecto. Verificar la eliminación y limpieza del material sobrante. Desviación de planeidad del revestimiento: la desviación entre dos baldosas adyacentes no deberá exceder de 1 mm. La desviación máxima se medirá con regla de 2 m y no deberá exceder de 2 mm.

Alineación de juntas de colocación; La diferencia de alineación de juntas se mide con regla de 1 m y no deberá exceder de  $\pm 1$  mm. Limpieza final: comprobación y medidas de protección.

#### **2.12.1.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

m<sup>2</sup> de alicatado realmente ejecutado, incluyendo cortes, parte proporcional de piezas complementarias y especiales, rejuntado y mochetas, descontando huecos, incluso eliminación de restos y limpieza.

#### **2.12.1.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

El alicatado con mortero de cemento se aplicará en paramentos cerámicos o de cemento, mientras que el alicatado con adhesivo se aplicará en el revestimiento de paramentos de cualquier tipo, con la utilización del adhesivo adecuado a cada soporte.

Una vez fraguado, el enfoscado de base estará exento de sales solubles que puedan evitar la adherencia del mortero adhesivo.

Cuando se trate de soportes deformables o sujetos a movimientos importantes, se usará el material de rejuntado de mayor deformabilidad.

#### **2.12.1.12. Verificaciones y pruebas de servicio**

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandariza da para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

### **2.12.2. BARANDILLAS**

#### **2.12.2.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Bastidor:

Los perfiles que conforman el bastidor podrán ser de acero galvanizado, aleación de aluminio anodizado, etc. Perfiles de madera.

Perfiles de aluminio anodizado.

Perfiles laminados en caliente de acero y chapas. Perfiles huecos de acero.

-Pasamanos:

Tendrá las mismas condiciones exigidas a las barandillas; en caso de utilizar tornillos de fijación, por su posición, quedarán protegidos del contacto directo con el usuario.

-Entrepaños:

Para el relleno de los huecos del bastidor se colocarán entrepaños que podrán ser de poliéster reforzado con fibra de vidrio, PVC, fibrocemento, polimetacrilato, etc., con espesor mínimo de 5 mm; también podrán ser de vidrio (armado, templado o laminado), etc.

-Los anclajes podrán realizarse mediante:

Placa aislada, para fijación de las pilastras cuando sus ejes disten del borde del forjado no menos de 10 cm y para fijación de barandales a los muros laterales, en barandillas de acero.

Angular continuo, para fijación de las pilastras cuando sus ejes disten del borde del forjado no menos de 10 cm, o se sitúen en su cara exterior, en barandillas de acero. Pletina continua, para fijación de las pilastras cuando sus ejes disten del borde del forjado no menos de 10 cm, coincidiendo con algún elemento prefabricado del forjado, en barandillas de acero.

Pata de agarre, para fijación de las pilastras cuando sus ejes disten del borde del forjado no menos de 10 cm, en barandillas de aluminio.

-Piezas especiales, usadas normalmente para fijación de pilastras, y de barandales con tornillos en barandillas de aluminio.

En caso de materiales y equipos de origen industrial, cumplirán las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas o disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

#### **2.12.2.2. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011 y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.12.2.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

Se replanteará la barandilla en obra, marcando la situación de los anclajes.

Se alineará sobre los puntos de replanteo, se presentará y aplomará con tornapuntas, mediante puntos de soldadura o atornillado suave se fijará a los anclajes provisionalmente.

Según la elección del sistema de anclaje (placas, pletinas o angulares) se determinará la distancia entre el eje de las pilastras y el borde de los elementos resistentes. La protección contra empujes y golpes durante todo el proceso de instalación será garantizada por los anclajes, así como la función de mantener el aplomado de la barandilla hasta que quede finalmente fijada al soporte.

Si los son aislados, se recibirán con mortero de cemento en los cajeados previstos al efecto en forjados y muros; si son continuos, se recibirán directamente al hormigonar el forjado.

Cuando los forjados estén ya ejecutados los anclajes se fijarán mediante tacos de expansión con empotramiento de al menos 45 mm y tornillos. Las fijaciones se realizarán con, al menos con dos tacos separados entre sí 50 mm.

Cuando sea posible se fijarán los barandales a los muros laterales mediante anclajes. La unión del perfil de la pilastra con el anclaje se realizará por soldadura.

Se respetarán las juntas estructurales con juntas de dilatación de 40 mm de ancho entre barandillas.

Para casos de entrepaños y/o pasamanos desmontables, serán desmontables siempre desde el interior y se fijarán por medio de tornillos, junquillos, o piezas de ensamblaje.

#### **2.12.2.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

Las barandillas se fijarán a elementos resistentes, como fábricas, forjados, etc. En el caso de antepechos de fábrica, estos tendrán un espesor mínimo de 15 cm. De ser posible los barandales se fijarán a los muros laterales mediante anclajes.

#### **2.12.2.5. Condiciones de terminación de unidades de obra**

El sistema de anclaje al muro será estanco al agua, mediante sellado y recebado con mortero del encuentro de la barandilla con el elemento al que se ancle.

#### **2.12.2.6. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se revisarán los anclajes hasta su entrega. Se mantendrán limpias.

No se utilizarán, las barreras de protección, como tabloneros apoyo de andamios ni elementos destinados a la subida de cargas.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.12.2.7. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Se prestará especial atención en el control de ejecución de. Aplomado y nivelado de la barandilla.

Se comprobará la altura y entrepaños (huecos).

Se comprobará la fijación del anclaje según lo especificado en proyecto. Ensayos y pruebas

Conforme al CTE DB SE AE, apartado 3.2. Se verificará que las barreras de protección tengan resistencia y rigidez suficiente para resistir la fuerza horizontal establecida en dicho apartado, en función de la zona en que se encuentren. La fuerza se aplicará a 1,2 m o sobre el borde superior del elemento, si éste está situado a menor altura.

Las barreras de protección situadas delante de asientos fijos, resistirán una fuerza horizontal en el borde superior de 3 kN/m y una fuerza vertical uniforme de 1,0 kN/m, como mínimo, aplicada en el borde exterior.

En las zonas de tráfico y aparcamiento, los parapetos, barandillas, petos y otros elementos que delimiten áreas accesibles para los vehículos resistirán una fuerza horizontal, uniformemente distribuida sobre una longitud de 1 m, aplicada a 1,2 m de altura sobre el nivel de la superficie de rodadura o sobre el borde superior del elemento si éste

está situado a menos altura, cuyo valor característico se definirá en el proyecto en función del uso específico y de las características del edificio, no siendo inferior a  $q_k = 50 \text{ kN}$ .

#### 2.12.2.8. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: ml incluso pasamanos y piezas especiales, totalmente montado.

#### 2.12.2.9. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra

Se adoptarán las siguientes medidas con el fin de prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial:

Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica. Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial. Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales. Se impedirán los contactos entre los siguientes metales:

Aluminio con: plomo y cobre.

Cobre con: acero inoxidable. Proceso de ejecución. Acero dulce con: cobre, plomo y acero inoxidable.

Zinc en contacto con: cobre, acero, plomo y acero inoxidable. Plomo con: cobre y acero inoxidable.

## 2.13. CARPINTERÍA DE ALUMINIO, PVC Y PUR

### 2.13.1. CARPINTERÍA DE ALUMINIO, PVC Y PUR

#### 2.13.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Puertas y ventanas, en general:

Ventanas y puertas peatonales exteriores sin características de resistencia al fuego y/ o control de humo.

Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones. Materiales sin características de resistencia al fuego o control de humos. Herrajes para la edificación. Dispositivos de emergencia accionados por una manilla o un pulsador para salidas de socorro.

Herrajes para la edificación. Dispositivos antipánico para salidas de emergencia activados por una barra horizontal.

Herrajes para la edificación. Dispositivos de cierre controlado de puertas.

Herrajes para la edificación. Dispositivos de retención electromagnética para puertas batientes. Herrajes para la edificación. Bisagras de un solo eje.

Herrajes para edificación. Cerraduras y pestillos.

Aireadores. Podrán ser dispositivos de microventilación con una permeabilidad al aire según UNE-EN 12207:2000 en la posición de apertura de clase 1. Conforme al CTE DB HE 1, apartado 6, los materiales para huecos y lucernarios se caracterizan mediante los siguientes parámetros:

Marcos: transmitancia térmica  $U_{H,m}$  ( $W/m^2K$ ). Absortividad en función de su color.

Conforme al CTE DB HE 1, apartado 6, se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos: la transmitancia térmica  $U$  y el factor solar  $g$  para la parte semitransparente del hueco y por la transmitancia térmica  $U$  y la absortividad para los marcos de huecos, cumpliendo con la transmitancia máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Los valores de resistencia a la permeabilidad al aire de los huecos (capacidad de paso del aire, en función de la diferencia de presiones, expresada en  $m^3/h$ ), que se mide para una sobrepresión de 100 Pa. Según el apartado 2.2.1.2 del CTE DB HS-1 serán inferiores o iguales a los siguientes:

Zonas climáticas de invierno A y B: 50  $m^3/h m^2$  (clase 1, clase 2, clase 3, clase 4); Zonas climáticas de invierno C, D y E: 27  $m^3/h m^2$  (clase 2, clase 3, clase 4).

Las ventanas y puertas también se clasifican por la clase de ventana (clase 1, clase 2, clase 3, clase 4) conforme la norma UNE-EN 12207:2000, como se recoge en el CTE DB HR, apartado 4.2,

Los precercos, podrá ser de madera, de perfil tubular conformado en frío de acero galvanizado.

Accesorios para el montaje de los perfiles: escuadras, tornillos, patillas de fijación, etc.; burletes de goma, cepillos, además de todos accesorios y herrajes precisos (de material inoxidable).

En correderas: Juntas perimetrales. Cepillos.

-Carpintería de madera:

Tableros derivados de la madera para utilización en la construcción.

Perfiles de madera. La madera utilizada en los perfiles será de peso específico no inferior a 450  $kg/m^3$  y un contenido de humedad no mayor del 15% ni menor del 12% y no mayor del 10% cuando sea maciza. Sin alabeos, ni ataques de hongos o insectos, abolladuras, ni fendas. Ejes rectilíneos. Clase de madera. Defectos aparentes. Geometría de las secciones. Cámara de descompresión. Orificios para desagüe. Dimensiones y características de los nudos y los defectos aparentes de los perfiles. Deberá ir protegida exteriormente con pintura, lacado o barniz.



Juntas de estanquidad. Junquillos.

-Carpintería de aluminio:

Perfiles de marco: inercia de los perfiles, los ángulos de las juntas estarán soldados o vulcanizados, dimensiones adecuadas de la cámara o canales que recogen el agua de condensación, orificios de desagüe (3 por metro), espesor mínimo de pared de los perfiles 1,5 mm color uniforme, sin alabeos, fisuras, ni deformaciones, ejes rectilíneos.

Juntas perimetrales.

Junquillos: espesor mínimo 1 mm.

Chapa de vierteaguas: espesor mínimo 0,5 mm. Correderas: Cepillos.

Protección orgánica: fundido de polvo de poliéster: espesor.

Ajuste de herrajes al sistema de perfiles. No interrumpirán las juntas perimetrales.

-Carpintería de acero:

Perfiles de chapa para marco: inercia de los perfiles, espesor de la chapa de 0,8 mm,

Perfiles de acero laminado en caliente o conformado en frío, (protegidos mediante imprimación anticorrosiva de 15 micras de espesor o galvanizado) o de acero inoxidable: tolerancias dimensionales, sin grietas, ni deformaciones, ni alabeos, ejes rectilíneos, uniones de perfiles soldados en toda su longitud. Dimensiones adecuadas de la cámara que recoge el agua de condensación, y orificio de desagüe.

Junquillos de chapa. El espesor de la chapa a 0,5 mm. Herrajes ajustados al sistema de perfiles.

-Carpintería de materiales plásticos:

Perfiles para marcos. Perfiles de PVC. Paredes de espesor mínimo de 18 mm y peso específico de 1,40 gr/cm<sup>3</sup>. Coeficiente de dilatación. Inercia de los perfiles. Módulo de elasticidad. Uniones de perfiles soldados. Dimensiones adecuadas de la cámara que recoge el agua de condensación. Orificios de desagüe. Color uniforme. Ejes rectilíneos. Sin alabeos, fisuras, ni deformaciones.

Burletes perimetrales.

Junquillos. Espesor 1 mm.

Herrajes especiales para este material.

Masillas para el sellado perimetral: masillas elásticas permanentes y no rígidas.

-Puertas de vidrio:

Vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente. Vidrio de seguridad de silicato sodocálcico templado en caliente.

Vidrio borosilicatado de seguridad templado térmicamente.

#### **2.13.1.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

En el almacenamiento se seguirán las instrucciones del fabricante y se mantendrán en sus embalajes originales. Evitando el contacto directo con el terreno. Se almacenarán en lugar, libre de humedad, protegido de agentes meteorológicos y protegidos de peligros de impacto.

#### **2.13.1.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011 y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.13.1.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Conforme al CTE DB HE 1, apartado 7, se indicarán las condiciones particulares de ejecución de los cerramientos de la envolvente térmica en el pliego de condiciones del proyecto

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. De obtenerse mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

Ejecución

Se verificará el replanteo, así como las dimensiones del hueco.

Previamente a su colocación se verificará que la carpintería conserva su protección, está en correcto estado y no le falta ningún componente. Se reparará la carpintería: ajuste de herrajes, nivelación de hojas, etc. La cámara o canales que recogen el agua de condensación tendrán las dimensiones adecuadas; contando con, al menos, 3 orificios de desagüe por cada metro.

La carpintería se fijará al precerco o a la fábrica. Se verificará que el funcionamiento de los mecanismos de cierre y maniobra es suave y continuo. Los herrajes no interrumpirán las juntas perimetrales de los perfiles.

Las uniones entre perfiles se harán del siguiente modo:

Carpintería de material plástico: a inglete mediante soldadura térmica, a una temperatura de 180° C, quedando unidos en todo su perímetro de contacto. Carpintería de madera: con ensambles que aseguren su rigidez, quedando encolados en todo su perímetro de contacto.

Carpintería de acero: con soldadura que asegure su rigidez, quedando unidas en todo su perímetro de contacto.

Carpintería de aleaciones ligeras: con soldadura, vulcanizado, o escuadras interiores, unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión.

Conforme al CTE DB HS 1, apartado. 2.3.3.6. Si el grado de impermeabilidad exigido es 5, las carpinterías se retranquearán del paramento exterior de la fachada, disponiendo precerco y colocando una barrera impermeable en las jambas entre la hoja principal y el precerco, o en su caso el cerco, prolongada 10 cm hacia el interior del muro (Véase la figura 2.11). Se sellará la junta entre el cerco y el muro con cordón en llagueado practicado en el muro para que quede encajado entre dos bordes paralelos, aunque conforme al HR, es conveniente sellar todas las posibles holguras existentes entre el premarco y/o marco y el cerramiento ciego de la fachada, debiendo rellenarse completamente toda la holgura (espesor del cerramiento de fachada), no sólo superficialmente. Si la carpintería está retranqueada del paramento exterior, se colocará vierteaguas, goterón en el dintel, etc. para que el agua de lluvia no llegue a la carpintería. El vierteaguas tendrá una pendiente hacia el exterior de 10º mínimo, será impermeable o colocarse sobre barrera impermeable, y tendrá goterón en la cara inferior del saliente según la figura 2.12. La junta de las piezas con goterón tendrá su misma forma para que no sea un puente hacia la fachada.

#### **2.13.1.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

La fábrica en la que se vaya a colocar la carpintería deberá estar terminada, a falta de revestimientos. El cerco estará colocado y aplomado.

#### **2.13.1.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Conforme al CTE DB SUA 2, apartado. 1.4 Las grandes superficies acristaladas que se puedan confundir con puertas o aberturas (lo que excluye el interior de viviendas) se señalarán en toda su longitud, señalización visualmente contrastada a una altura inferior entre 0,85 m y 1,1 m y a una altura superior entre 1,5 m y 1,7 m. Cuando existan montantes separados una distancia de 0,60 m, como máximo, o si la superficie acristalada cuenta al menos con un travesaño situado a la altura inferior antes mencionada, dicha señalización no será precisa.

#### **2.13.1.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

La carpintería quedará aplomada. Se deberá limpiar para recibir el acristalamiento, si lo llevara. Para asegura la estanquidad al aire y al agua, se sellarán las juntas carpintería- fachada en todo su perímetro exterior, con junta continua y uniforme, aplicando el sellado sobre superficies limpias y secas.

Carpinterías de aleaciones ligeras y de material plástico: una vez revestida la fábrica se retirará la protección.

Conforme al CTE DB SE M, apartado 3.2, las carpinterías de madera se protegerán contra posibles ataques de agentes bióticos y abióticos.

#### **2.13.1.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se almacenarán en un lugar que no sea de paso para oficios que la pueda dañar, hasta su colocación. A la vez se protegerá de posibles golpes, lluvia y/o humedad en su lugar de almacenamiento.

Se llevarán a la zona de ejecución justo antes de ser instaladas.

La protección de la carpintería se mantendrá hasta que se haya revestido la fábrica y colocado el acristalamiento. No se apoyarán ningún objeto que puedan dañarla.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.13.1.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

-Carpintería exterior.

Se prestará especial atención en el control de ejecución de:

Carpintería de madera: desplome máximo fuera de la vertical: 6 mm por m en puertas y 4 mm por m en ventanas.

Carpintería de material plástico: estabilidad dimensional longitudinal de la carpintería inferior a más menos el 5%.

Puertas de vidrio: control del espesor de los vidrios.

Preparación del hueco: replanteo. Dimensiones. Se fijan las tolerancias en límites absorbibles por la junta. Precerco, controlar que carece de alabeos o descuadros producidos por la obra. Colocación de lámina impermeabilizante entre antepecho y vierteaguas. Lámina impermeabilizante en puertas balconeras. Realización de los huecos laterales en muros para el anclaje, en su caso.

Fijación de la ventana: se comprobará la colocación y fijación del cerco. Empotramiento adecuado de las fijaciones laterales. Fijación al antepecho. Fijación a la caja de persiana o dintel.

Sellado:

-ventanas de madera: recibido de los cercos con argamasa o mortero de cemento. Sellado con masilla.

-ventanas metálicas: fijación al muro.

-ventanas de aluminio: impedir el contacto directo con el cemento o la cal mediante precerco de madera, o si no existe precerco mediante pintura de protección (bituminosa).

-ventanas de material plástico: fijación con sistema de anclaje elástico. Junta perimetral entre marco y obra de 5 mm. Sellado perimetral con masillas elásticas permanentes (no rígida).

-Para todos los casos se rellenarán completamente las holguras y fisuras entre el cerramiento de fachada y los marcos y/o premarcos (se rellena el ancho del premarco). Se atenderá a lo especificado en el CTE DB SUA 1. Los acristalamientos exteriores cumplen lo especificado para facilitar su limpieza desde el interior o desde el exterior.

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB SI 3 punto 6. Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de > 50 personas, cumplen lo especificado.

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB HE 1. Estará garantizada la resistencia a la permeabilidad al aire.

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB HR la fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos deberá realizarse de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire.

Comprobación final:

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB SUA 2. Las grandes superficies acristaladas que puedan confundirse con puertas o aberturas (lo que excluye el interior de las viviendas), y puertas de vidrio sin tiradores o cercos, estarán señalizadas. Si existe una puerta corredera de accionamiento manual, incluidos sus mecanismos de apertura y cierre, la distancia hasta el objeto fijo más próximo es como mínimo 20 cm.

Conforme al CTE DB SI 3. Los siguientes casos cumplen lo establecido en el DB:

las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas.

Las puertas giratorias, excepto cuando sean automáticas y dispongan de un sistema que permita el abatimiento de sus hojas en el sentido de la evacuación, ante una emergencia o incluso si existe fallo de suministro eléctrico.

-Carpintería interior:

Se prestará especial atención en el control de ejecución de:

Puertas de madera: desplome máximo fuera de la vertical: 6 mm. Comprobación proyecto:

Conforme al CTE DB SUA 2. Altura libre de paso en zonas de circulación, en zonas de uso restringido y en los umbrales de las puertas la altura libre; según ORDEN PRE/446/2008, si corresponde, anchura de paso, altura libre y sentido de apertura.

Replanteo:

Conforme al CTE DB SUA 2. Barrido de la hoja en puertas situadas en pasillos de anchura menor a 2,50 m. En puertas de vaivén, percepción de personas a través de las partes transparentes o translúcidas.

Se cumplirá los requerimientos del CTE DB SUA 2, en los siguientes casos:

-Vidrios existentes en las áreas con riesgo de impacto.

-Partes vidriadas de puertas y cerramientos de duchas y bañeras.

-Superficies acristaladas que se puedan confundir con puertas o aberturas (salvo el interior de las viviendas).

Puertas de vidrio que no dispongan de elementos que permitan identificarlas.

Puertas correderas de accionamiento manual.

En el caso de puertas que disponen de bloqueo desde el interior, cumplirán lo establecido en el CTE DB SUA 3. Se cumplirá los requerimientos del CTE DB SI 1, en los siguientes casos:

-puertas de comunicación de las zonas de riesgo especial con el resto del edificio.

Puertas de los vestíbulos de independencia.

-Se cumplirá los requerimientos del CTE DB SI 3, respecto a dimensionado y condiciones de en los siguientes casos:

Puertas y pasos, puertas de salida de recintos, puertas situadas en recorridos de evacuación y previstas como salida de planta o de edificio.

Respecto a la fijación y colocación se controlará que la holgura de hoja a cerco sea como máximo 3 mm. Además de la holgura con pavimento. Y el número de pernios o bisagras.

Mecanismos de cierre: tipos según especificaciones de proyecto. Colocación. Disposición de condena por el interior. Se controlará la idoneidad de los acabados: lacado, barnizado, pintado.

Los materiales que no se ajusten a lo especificado se retirarán. Ensayos y pruebas

-Carpintería interior:

Se realizará la prueba de funcionamiento: apertura y accionamiento de cerraduras.

-Carpintería exterior:

Prueba de funcionamiento: funcionamiento de la carpintería.

Prueba de escorrentía en carpintería de acero, aleaciones ligeras y material plástico: estanquidad al agua. Se realizará en el paño más desfavorable, conjuntamente con la prueba de escorrentía de fachadas.

#### **2.13.1.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

m<sup>2</sup> de carpintería o superficie del hueco a cerrar, incluyendo herrajes de cierre y de colgar, y accesorios precisos; así como colocación, sellado, pintura, lacado o barniz cuando se trate de carpintería de madera, protección durante las obras y limpieza final. Totalmente terminada. No se incluyen persianas o toldos, ni acristalamientos.

#### **2.13.1.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de**

### unidades de obra

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Carpinterías de aleaciones ligeras: se impedirá el contacto directo con el cemento o la cal, mediante precerco de madera, u o tras protecciones. Se impedirá la formación de puentes galvánicos por la unión de distintos materiales (soportes formados por paneles ligeros, montantes de muros cortina, etc.).

Carpinterías de acero sin protección, no entrará en contacto con el yeso.

Conforme al CTE DB SE A, apartado. 3. Durabilidad. Se deberá prevenir la posible corrosión del acero evitando el contacto directo con el aluminio de las carpinterías de cerramiento, muros cortina, etc.

Deberá tenerse especial precaución en la posible formación de puentes galvánicos por la unión de distintos materiales.

#### 2.13.1.12. Verificaciones y pruebas de servicio

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.

- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

En las fachadas, si existieran aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior, se comprobará con dichos dispositivos cerrados.

## 2.14. ELECTRICIDAD Y DOMÓTICA

### 2.14.1. ELECTRICIDAD Y DOMÓTICA

#### 2.14.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Instalación de baja tensión:

La determinación de las características de la instalación se efectúa de acuerdo con lo señalado en la norma UNE-HD 60364-1:2009.

-Caja general de protección (CGP). Corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente.

-Línea General de alimentación (LGA). Es aquella que enlaza la Caja General de Protección con la centralización de contadores. Las líneas generales de alimentación estarán constituidas por:

Conductores aislados en el interior de tubos enterrados. Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.

Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.

Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.

Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60439-2:2001 y UNE-EN 60439-2:2001/A1:2006. Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

-Contadores.

Colocados en forma agrupada (en armario o en local). Colocados en forma individual.

-Derivación individual: es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Constituidas por:

Conductores aislados en el interior de tubos enterrados. Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.

Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.

Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.

Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60439-2:2001 y UNE-EN 60439-2:2001/A1:2006. Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 3,20 cm.

-Interruptor de control de potencia (ICP).

-Cuadro General de Distribución. Tipos homologados por el MICT:

Interruptores diferenciales.

Interruptor magnetotérmico general automático de corte omnipolar. Interruptores magnetotérmicos de protección bipolar.

-Instalación interior:

Circuitos. Conductores y mecanismos: identificación, según especificaciones de proyecto. Puntos de luz y tomas de corriente.

Aparatos y pequeño material eléctrico para instalaciones de baja tensión. Cables eléctricos, accesorios para cables e hilos para electrobobinas.

-Regletas de la instalación como cajas de derivación, interruptores, conmutadores, base de enchufes, pulsadores, zumbadores y regletas.

-Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por empresas instaladoras en baja tensión.

-Si la instalación incluye grupo electrógeno y/o SAI. En la documentación del material suministrado en obra, se verificará que coincide con lo indicado en el proyecto, las indicaciones de la Dirección Facultativa y las normas UNE que sean de aplicación de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión: marca del fabricante. Distintivo de calidad. Tipo de homologación cuando proceda. Grado de protección. Tensión asignada. Potencia máxima admisible. Factor de potencia. Cableado: sección y tipo de aislamiento. Dimensiones en planta. Instrucciones de montaje.

No procede la realización de ensayos.

Se rechazarán las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte, que presentaren defectos o que no cumplan las especificaciones de proyecto.

-Instalación de puesta a tierra:

Conductor de protección.

Conductor de unión equipotencial principal.

Conductor de tierra o línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra. Conductor de equipotencialidad suplementaria.

Borne principal de tierra, o punto de puesta a tierra. Masa.

Elemento conductor.

La toma de tierra: pueden ser conductores desnudos, placas, anillos, barras, tubos, pletinas, o bien mallas metálicas compuestas por los elementos anteriores o sus combinaciones. Otras estructuras enterradas, con excepción de las armaduras pretensadas. Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra no afectarán a la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión y comprometa las características del diseño de la instalación.

#### **2.14.1.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

En el almacenamiento se seguirán las instrucciones del fabricante y se mantendrán en sus embalajes originales. Evitando el contacto directo con el terreno. Se almacenarán en lugar, libre de humedad, protegido de agentes meteorológicos y protegidos de peligros de impacto.

#### **2.14.1.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.14.1.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

Instalación de baja tensión:

Se verificará que la situación y recorridos de todos los elementos integrantes en la instalación coinciden con los de proyecto, en caso de que no sea así se procederá a realizar su nueva ubicación o definición de acuerdo con el criterio de la Dirección Facultativa. Se deberá proceder al marcado por la empresa instaladora en presencia de la Dirección Facultativa de los diversos componentes de la instalación, como tomas de corriente, puntos de luz, canalizaciones, cajas, etc.

Al replantear el recorrido de las tuberías, se tendrá especial precaución con los recorridos del resto de instalaciones. Se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de fontanería.

Se verificará la situación de la acometida, ejecutada según R.E.B.T. y normas particulares de la compañía suministradora.

Se procederá a colocar la caja general de protección, deberá estar homologada por UNESA y disponer de dos orificios que alojarán los conductos (metálicos protegidos contra la corrosión, fibrocemento o PVC rígido, autoextinguible de grado 7 de resistencia al choque), para la entrada de la acometida de la red general. Dichos conductos tendrán un diámetro mínimo de 15 cm o sección equivalente, y se colocarán inclinados hacia la vía pública. Se colocará en lugar

de permanente acceso desde la vía pública, y próxima a la red de distribución urbana o centro de transformación, y quedará fijada sólidamente al paramento por un mínimo de 4 puntos, o empotrada en una hornacina de dimensiones las de la caja más 15 cm en todo su perímetro y con una profundidad de 30 cm como mínimo.

Las puertas se colocarán a una altura mínima de 20 cm sobre el suelo, y con hoja y marco metálicos protegidos frente a la corrosión. Dispondrán de cerradura normalizada por la empresa suministradora y se podrá revestir de cualquier material. Serán de tal forma que impidan la introducción de objetos,

Se deberá colocar un conducto de 10 cm desde la parte superior del nicho, hasta la parte inferior de la primera planta para poder realizar alimentaciones provisionales en caso de averías, suministros eventuales, etc.

La línea general de alimentación (LGA), discurrirá hasta el recinto de contadores, por lugares de uso común con conductores aislados en el interior de tubos empotrados, tubos en montaje superficial o con cubierta metálica en montaje superficial, instalada en tubo cuya sección permita aumentar un 100% la sección de los conductos instalada inicialmente. Con longitudes excesivas se dispondrán los registros adecuados. La unión de los tubos será roscada o embutida. Se procederá a la colocación de los conductores, con la ayuda de guías, que podrán ir impregnadas con materiales que hagan más fácil su deslizamiento por el interior.

Cuarto o recinto de contadores, construido con materiales no inflamables. Sus paredes no tendrán resistencia inferior a la del tabicón del 9 y dispondrá de sumidero, ventilación natural e iluminación (mínimo 100 lx). No los atravesarán conducciones de otras instalaciones que no sean eléctricas. Los módulos de centralización quedarán fijados superficialmente con tornillos a los paramentos verticales, con una altura mínima de 50 cm y máxima de 1,80 cm.

Derivaciones individuales: Se replanteará su trazado, que se llevará a cabo a través de canaladuras empotradas o adosadas o bien directamente empotradas o enterradas en derivaciones horizontales, disponiéndose los tubos como máximo en dos filas superpuestas, manteniendo una distancia entre ejes de tubos de mínimo 5 cm. Se colocará un registro en cada planta, y una placa cortafuego cada tres.

Los tubos por los que discurren los conductores se empalmarán mediante manguitos de 10 cm de longitud, y se sujetarán mediante bases soportes y con abrazaderas. Posteriormente se colocarán los cuadros generales de distribución e interruptores de potencia en cada vivienda. Se colocarán en superficie, fijándolos con al menos 4 puntos o empotrada, en cuyo caso se ejecutará como mínimo en tabicón de 12 cm de espesor.

Para la ejecución de la instalación interior; si es empotrada, se harán rozas siguiendo un recorrido horizontal y vertical y en el interior de las mismas se alojarán los tubos de aislante flexible, colocando registros cada 15 m como máximo.

En los tramos verticales, irán alojados en rozas practicadas en los paramentos, que se ejecutarán preferentemente a máquina una vez guarnecido el tabique y tendrán una profundidad no mayor de 4 cm cuando sea ladrillo macizo y de 1 canuto para ladrillo hueco, siendo el ancho inferior a dos veces su profundidad. Se harán preferentemente en las tres hiladas superiores. De hacerse rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y premarcos será como mínimo de 20 cm. Las cajas de derivación quedarán a una distancia de 20 cm del techo.

El tubo aislante penetrará 5 mm en las cajas donde se realizará la conexión de los cables (introducidos estos con ayuda de pasahilos) mediante bornes o dedos aislantes. Las tapas de las cajas de derivación quedarán adosadas al paramento.

Para montajes superficiales, los tubos de aislante rígido, se sujetarán mediante grapas, realizándose las uniones de conductores análogamente a como se realiza en la instalación empotrada, en cajas de derivación.

Los conductores se conectarán a las regletas, mecanismos y equipos.

Los contactos se dispondrán limpios y sin humedad y se protegerán con envolventes o pastas, para garantizar una continua y correcta conexión. Las canalizaciones eléctricas se identificarán y estarán dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones.

El conductor neutro o compensador, cuando exista, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Las canalizaciones se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos, colocados como máximo cada 40 cm. Salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, el radio de curvatura no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable. Evitando curvar los cables con un radio demasiado pequeño.

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.

Cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, los extremos de los cables serán estancos utilizándose para este fin cajas u otros dispositivos adecuados, la estanquidad 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 su verificación en caso preciso.

En el caso de conductores aislados en el interior de huecos de la construcción, se impedirán, 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 precisa 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.

Paso a través de elementos de la construcción: Para la protección mecánica de los cables en la longitud del paso, se

dispondrán éstos en el interior de tubos, en toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables.

Instalación de puesta a tierra:

Se verificará que la situación y recorridos de todos los elementos integrantes en la instalación coinciden con los de proyecto, en caso de que no sea así se procederá a realizar su nueva ubicación o definición de acuerdo con el criterio de la Dirección Facultativa. Se deberá proceder al marcado por la empresa instaladora en presencia de la Dirección Facultativa de los diversos componentes de la instalación, principalmente la situación de las líneas principales de bajada a tierra, de las instalaciones y masas metálicas.

Mientras se está llevando a cabo la ejecución de las obras se realizará una puesta a tierra provisional formada por un cable conductor que unirá las máquinas eléctricas y masas metálicas que no dispongan de doble aislamiento y un conjunto de electrodos de picas.

Se dispondrá un cable conductor en el fondo de la zanja de cimentación del edificio, a una profundidad no inferior a 80 cm formando un anillo cerrado exterior al perímetro del edificio, a él se conectarán los electrodos, hasta conseguir un valor mínimo de resistencia a tierra.

Se unirán con conductores enterrados todas las conexiones de puesta a tierra situadas en el interior del edificio. Estos conductores irán conectados por ambos extremos al anillo y la separación entre dos de estos conductores no será inferior a 4 m.

Ningún aparato estará intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados. Los conductores se encontrarán protegidos contra deterioros mecánicos, químicos, electroquímicos y esfuerzos electrodinámicos. Las conexiones serán accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Electrodos (Picas o placas):

Picas (elementos longitudinales hincados verticalmente):

Excavando para alojar las arquetas de conexión, se preparará la pica montando la punta de penetración y la cabeza protectora, se introducirá el primer tramo manteniendo verticalmente la pica con una llave, mientras se compruebe la verticalidad de la plomada. Paralelamente se golpeará con una maza, enterrando el primer tramo de la pica, se quitará la cabeza protectora y se enroscará el segundo tramo, enroscando de nuevo la cabeza protectora y volviendo a golpear; cada vez que se introduzca un nuevo tramo se medirá la resistencia a tierra. A continuación, se deberá soldar o fijar el collar de protección y una vez acabado el pozo de inspección se realizará la conexión del conductor de tierra con la pica.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra se cuidará que resulten eléctricamente correctas. Las conexiones no dañarán ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, se preverá un dispositivo para medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, ser desmontable, mecánicamente seguro y asegurar la continuidad eléctrica.

Placas (elementos superficiales colocados verticalmente en el terreno):

Se realizará un hoyo y se colocará la placa verticalmente, con su arista superior a 50 cm como mínimo de la superficie del terreno; se recubrirá totalmente de tierra arcillosa y se regará. Se realizará el pozo de inspección y la conexión entre la placa y el conductor de tierra con soldadura aluminotérmica.

Arquetas registrables: Alojarán en su interior los puntos de puesta a tierra a los que se sueldan en un extremo la línea de enlace con tierra y en el otro la línea principal de tierra. La puesta a tierra se ejecutará sobre apoyos de material aislante.

Línea principal:

Sus recorridos serán lo más cortos posibles y sin cambios bruscos de dirección, y las conexiones de los conductores de tierra serán realizadas con tornillos de aprieto u otros elementos de presión, o con soldadura de alto punto de fusión.

Se ejecutará empotrada o en montaje superficial, aislada con tubos de PVC, y las derivaciones de puesta a tierra con conducto empotrado aislado con PVC flexible.

#### **2.14.1.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

Instalación de baja tensión:

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación.

La instalación podrá ser vista o estar empotrada y el soporte serán los paramentos tanto horizontales como verticales. La fijación se realizará una vez acabado completamente el paramento que la soporte.

Si la instalación es vista, las tuberías se fijarán con tacos y tornillos, utilizando como aislante protector de los conductores tubos, bandejas o canaletas.

Cuando se trate de instalación empotrada, los tubos flexibles de protección irán alojados en rozas practicadas en los paramentos, tendrán una profundidad no mayor de 4 cm cuando sea ladrillo macizo y de 1 canuto para ladrillo hueco, siendo el ancho inferior a dos veces su profundidad. Se harán preferentemente en las tres hiladas superiores. De no

ser así tendrán una longitud máxima de 1 m. De hacerse rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm.

Instalación de puesta a tierra:

El soporte de la instalación de puesta a tierra de un edificio será:

-Parte enterrada: el terreno, ya sea el lecho del fondo de las zanjas de cimentación a una profundidad no menor de 80 cm, o bien el terreno propiamente dicho donde se hincarán picas, placas, etc.

-Resto de la instalación sobre nivel de rasante, líneas principales de tierra y conductores de protección:

Los paramentos verticales u horizontales totalmente acabados o a falta de revestimiento, sobre ellos se colocarán los conductores en montaje superficial o empotrados, aislados con tubos de PVC rígido o flexible respectivamente.

#### **2.14.1.6. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Instalación de baja tensión:

Las rozas quedarán retacadas, y convenientemente cubiertas de mortero o yeso y enrasadas con el resto del paramento. Una vez concluida la instalación eléctrica interior, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para impedir que queden tapados por los revestimientos posteriores de los paramentos. Una vez realizados estos trabajos se descubrirán y se colocarán los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas. Una vez finalizada la instalación se informará a la Dirección Facultativa. El técnico emitirá los certificados y/o documentación de la instalación conforme a la Reglamentación vigente.

Instalación de puesta a tierra:

Una vez finalizada la instalación se informará a la Dirección Facultativa. El técnico emitirá los certificados y/o documentación de la instalación conforme a la Reglamentación vigente.

#### **2.14.1.7. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

De la instalación de baja tensión. Se verificarán los interruptores diferenciales pulsando su botón de prueba al menos una vez al año. La instalación quedará protegida de impactos mecánicos, y del contacto con humedad, materiales agresivos, y suciedad.

De la instalación de puesta a tierra. La instalación quedará protegida de impactos mecánicos, y del contacto con humedad, materiales agresivos, y suciedad.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.14.1.8. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Controles de la instalación de baja tensión:

Instalación general del edificio:

-Caja general de protección:

Dimensiones del nicho mural. Fijación (4 puntos). Conexión de los conductores. Tubos de acometidas.

-Línea general de alimentación (LGA):

Tipo de tubo. Diámetro y fijación en trayectos horizontales. Sección de los conductores. Dimensión de patinillo para línea general de alimentación. Registros, dimensiones.

Número, situación, fijación de pletinas y placas cortafuegos en patinillos de líneas generales de alimentación.

-Cuarto de contadores:

Cuarto de contadores: dimensiones. Materiales (resistencia al fuego). Ventilación. Desagüe.

Centralización de contadores: número y fijación del conjunto prefabricado y de los contadores. Conexiones de líneas generales de alimentación y derivaciones individuales. Contadores trifásicos independientes: número y fijación del conjunto prefabricado y de los contadores. Conexiones.

Cuadro general de mando y protección de alumbrado: situación, alineaciones, fijación. Características de los diferenciales, conmutador rotativo y temporizadores. Conexiones. Cuadro de protección de líneas de fuerza motriz: situación, alineaciones, fijación del tablero. Fijación del fusible de desconexión, tipo e intensidad. Conexiones.

-Derivaciones individuales:

Patinillos de derivaciones individuales: dimensiones. Registros, (uno por planta). Número, situación y fijación de pletinas y placas cortafuegos. Derivación individual: tipo de tubo protector, sección y fijación. Sección de conductores. Señalización en la centralización de contadores.

-Canalizaciones de servicios generales:

Patinillos para servicios generales: dimensiones. Registros, dimensiones. Número, situación y fijación de pletinas, placas cortafuegos y cajas de derivación. Líneas de fuerza motriz, de alumbrado auxiliar y generales de alumbrado: tipo de tubo protector, sección. Fijación. Sección de conductores.

-Tubo de alimentación y grupo de presión:

Tubo de igual diámetro que el de la acometida, a ser posible aéreo. Instalación interior del edificio:

-Cuadro general de distribución:

Situación, adosado de la tapa. Conexiones. Identificación de conductores.



-Instalación interior:

Dimensiones, trazado de las rozas.

Identificación de los circuitos. Tipo de tubo protector. Diámetros. Identificación de los conductores. Secciones. Conexiones.

Juntas de dilatación. Paso a través de elementos constructivo. Acometidas a cajas.

Se respetan los volúmenes de prohibición y protección en locales húmedos.

Red de equipotencialidad: dimensiones y trazado de las rozas. Tipo de tubo protector. Diámetro. Sección del conductor. Conexiones.

-Cajas de derivación:

Número, tipo y situación. Dimensiones según número y diámetro de conductores. Conexiones. Adosado a la tapa del paramento.

-Mecanismos:

Número, tipo y situación. Conexiones. Fijación al paramento. Controles de la instalación de puesta a tierra:

-Conexiones:

Punto de puesta a tierra.

-Borne principal de puesta a tierra:

Fijación del borne. Sección del conductor de conexión. Conexiones y terminales. Seccionador.

-Línea principal de tierra:

Tipo de tubo protector. Diámetro. Fijación. Sección del conductor. Conexión.

-Picas de puesta a tierra, en su caso:

Número y separaciones. Conexiones.

-Arqueta de conexión:

Conexión de la conducción enterrada, registrable. Ejecución y disposición.

-Conductor de unión equipotencial:

Tipo y sección de conductor. Conexión. Se inspeccionará cada elemento.

-Línea de enlace con tierra:

Conexiones.

-Barra de puesta a tierra:

Fijación de la barra. Sección del conductor de conexión. Conexiones y terminales. Ensayos y pruebas

Se comprobará la intensidad de disparo de los diferenciales. Se comprobará la existencia de corrientes de fuga.

Se comprobará la secuencia de fases.

Medición de continuidad de los conductores de protección. Medición de la resistencia de aislamiento de los conductores. Medición de las corrientes de fuga.

Medición de la resistencia de puesta a tierra.

Medición de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes, cuando se utilice este sistema de protección. Medición de la rigidez dieléctrica.

Medición de impedancia de bucle.

Resistencia de aislamiento de los conductores entre fases (si es trifásica o bifásica), entre fases y neutro y entre fases y tierra. Se comprobará la ausencia de tensión en partes metálicas accesibles.

Se comprobará que las fuentes propias de energía entran en funcionamiento cuando la tensión de red desciende por debajo del 70% de su valor nominal.

#### **2.14.1.9. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: Instalación de baja tensión:

-Conductores:

m de longitud de iguales características, todo ello completamente colocado incluyendo tubo, bandeja o canal de aislamiento y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería cuando existan.

-El resto de elementos de la instalación, como caja general de protección, módulo de contador, mecanismos, etc.:

-ud, totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones precisos para su correcto funcionamiento, y por unidades de enchufes y de puntos de luz incluyendo partes proporcionales de conductores, tubos, cajas y mecanismos.

Instalación de puesta a tierra:

-Conductores de las líneas principales o derivaciones de la puesta a tierra:

m, incluso tubo de aislamiento y parte proporcional de cajas de derivación, ayudas de albañilería y conexiones.

-Conductor de puesta a tierra:

ml, incluso excavación y relleno.

-El resto de componentes de la instalación, como picas, placas, arquetas, etc.:

ud, incluso ayudas y conexiones.

#### **2.14.1.10. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

En la instalación de baja tensión:

Los elementos de la instalación eléctrica se colocarán siempre por encima de conducciones de agua. Y no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, (conducción de vapor, de agua, de gas, etc.), a menos que se tomen las disposiciones precisas para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Para que las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas se puedan alojar dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, se cumplirán simultáneamente las siguientes condiciones:

-La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas señalados en la Instrucción IBT-BT-24, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.

-Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta: la elevación de la temperatura, debida a la proximidad con una conducción de fluido caliente; la condensación; la inundación por avería en una conducción de líquidos, (en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar su evacuación); la corrosión por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo; la explosión por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable; la intervención por mantenimiento o a vería en una de las canalizaciones puede realizarse sin dañar al resto.

Instalación de puesta a tierra:

Por razones de seguridad, no se utilizarán como tomas de tierra las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, calefacción, gases inflamables, etc.).

#### **2.14.1.11. Verificaciones y pruebas de servicio**

Una vez concluida la instalación, la empresa instaladora realizará las verificaciones oportunas según ITC-BT-05 y en su caso todas las que determine la Dirección Facultativa. Además, las instalaciones que se especifican en la ITC-BT-05 serán objeto de la correspondiente Inspección Inicial por Organismo de Control.

Una vez concluidas las obras y tras realizarse las verificaciones e inspección inicial, la empresa instaladora deberá emitir un Certificado de Instalación, suscrito por un instalador en baja tensión que pertenezca a la empresa, según modelo establecido por la Administración, que recogerá, al menos los siguientes puntos:

los datos referentes a las principales características de la instalación;

la potencia prevista de la instalación;

la referencia del certificado del Organismo de Control, en el caso de que se hubiera realizado con calificación de resultado favorable, la inspección inicial;

identificación de la empresa instaladora responsable de la instalación y del instalador en baja tensión que suscribe el certificado de instalación;

declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con las prescripciones del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y, en su caso, con las especificaciones particulares aprobadas a la Compañía eléctrica, así como, según corresponda, con el Proyecto o la Memoria Técnica de Diseño.

Además, como se recoge en la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, artículos 22 y 23 las empresas instaladoras en baja tensión deberán cumplir las obligaciones de información de los prestadores y las obligaciones en materia de reclamaciones.

## **2.15. ILUMINACIÓN**

### **2.15.1. ILUMINACIÓN**

#### **2.15.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Salvo justificación, las lámparas utilizadas en la instalación de iluminación de cada zona tendrán limitada las pérdidas de sus equipos auxiliares, por lo que la potencia del conjunto lámpara más equipo auxiliar no superará los valores indicados en CTE DB-HE3.

Los equipos, lámparas, equipos auxiliares, luminarias y resto de dispositivos cumplirán lo dispuesto en la normativa específica para cada tipo de material. Las lámparas fluorescentes cumplirán con los valores admitidos por el Real Decreto 187/2011, de 18 de febrero, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

Se deberá comprobar la documentación de suministro y asegurarse que lo suministrado corresponde con los materiales del proyecto, a las órdenes de la Dirección Facultativa y que cumplen la normativa que le sea de aplicación:

-Lámpara: marca de origen, tipo o modelo, potencia (vatios), tensión de alimentación (voltios) y flujo nominal (lúmenes). Para las lámparas fluorescentes, condiciones de encendido y color aparente, temperatura de color en K (según el tipo de lámpara) e índice de rendimiento de color. Los rótulos luminosos y las instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío entre 1 y 10 kV, estarán a lo dispuesto en las normas UNE-EN 50107.

-Luminarias para lámparas de incandescencia o de fluorescencia y otros tipos de descarga e inducción: marca del fabricante, clase, tipo (empotrable, para adosar, para paralizar, con celosía, con difusor continuo, estancia, antideflagrante...), grado de protección, tensión asignada, potencia máxima admisible, factor de potencia, cableado, (sección y tipo de aislamiento, dimensiones en planta), tipo de sujeción, instrucciones de montaje. Las luminarias para alumbrado interior serán conformes las normas UNE- EN 60598.

-Equipos eléctricos para montaje exterior: grado de protección mínima IP54, según las UNE 20324 e IK 8 según las UNE-EN 50102. Montados a una altura mínima de 2,50 m sobre el nivel del suelo. Entradas y salidas de cables por la parte inferior de la envolvente.

-Accesorios para las lámparas de fluorescencia (reactancia, condensador y cebadores). Llevarán grabadas de forma clara e identificables siguientes indicaciones: Reactancia: marca de origen, modelo, esquema de conexión, potencia nominal, tensión de alimentación, factor de frecuencia y tensión, frecuencia y corriente nominal de alimentación.

Condensador: marca de origen, tipo o referencia al catálogo del fabricante, capacidad, tensión de alimentación, tensión de ensayo cuando ésta sea mayor que 3 veces la nominal, tipo de corriente para la que está previsto, temperatura máxima de funcionamiento. Todos los condensadores que forme n parte del equipo auxiliar eléctrico de las lámparas de descarga, para corregir el factor de potencia de los balastos, deberán llevar conectada una resistencia que asegure que la tensión en bornes del condensador no sea mayor de 50 V transcurridos 60 s desde la desconexión del receptor.

Cebador: marca de origen, tipo o referencia al catálogo del fabricante, circuito y tipo de lámpara para los que sea utilizable.

Equipos eléctricos para los puntos de luz: tipo (interior o exterior), instalación adecuada al tipo utilizado, grado de protección mínima.

-Conductores: sección mínima para todos los conductores, incluido el neutro. Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán cumplir las condiciones de ITC-BT-09.

-Elementos de fijación.

En las instalaciones de alumbrado en instalaciones exteriores bajo el ámbito del Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre:

-Los equipos auxiliares deberán cumplir las condiciones de funcionamiento establecidas en las normas UNE-EN de prescripciones de funcionamiento siguientes:

UNE-EN 60921:2006 y UNE-EN 60921:2006/A1:2006.- Balastos para lámparas fluorescentes.

UNE-EN 60923:2006 y UNE-EN 60923:2006/A1:2006.- Balastos para lámparas de descarga, excluidas las fluorescentes.

UNE-EN 60929:2011 y UNE-EN 60929:2011 ERRATUM:2012 - Balastos electrónicos alimentados en c.a. para lámparas fluorescentes.

-Las lámparas utilizadas en instalaciones de alumbrado exterior tendrán una eficacia luminosa superior a:

40 lum/W, para alumbrados de vigilancia y seguridad nocturna y de señales y anuncios luminosos

65 lum/W, para alumbrados vial, específico y ornamental. Con excepción de las iluminaciones navideñas y festivas.

-Las luminarias incluyendo los proyectores, que se instalen en las instalaciones de alumbrado excepto las de alumbrado festivo y navideño, deberán cumplir con los requisitos del mencionado RD respecto a los valores de rendimiento de la luminaria ( $\zeta$ ) y factor de utilización ( $f_u$ ).

-El factor de mantenimiento ( $f_m$ ) cumplirá lo dispuesto en las ITCEA-06.

El flujo hemisférico superior instalado (FHSinst) cumplirá lo dispuesto en la ITC-EA-03.

-La potencia eléctrica máxima consumida por el conjunto del equipo auxiliar y lámpara de descarga, no superará los valores especificados en ITC-EA-04.

-Las luminarias deberán elegirse de forma que se cumplan los valores de eficiencia energética mínima, para instalaciones de alumbrado vial y el resto de requisitos para otras instalaciones de alumbrado, según lo establecido en la ITC-EA-01.

-Los sistemas de accionamiento deberán garantizar que las instalaciones de alumbrado exterior se enciendan y apaguen con precisión a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, al objeto de ahorrar energía. El accionamiento de las instalaciones de alumbrado exterior podrá llevarse a cabo mediante diversos dispositivos, como, por ejemplo, fotocélulas, relojes astronómicos y sistemas de encendido centralizado. Toda instalación de alumbrado exterior con una potencia de lámparas y equipos auxiliares superiores a 5 kW, deberá incorporar un sistema de accionamiento por reloj astronómico o sistema de encendido centralizado, mientras que en aquellas con una

potencia en lámparas y equipos auxiliares inferior o igual a 5 kW también podrá incorporarse un sistema de accionamiento mediante fotocélula.

-Las instalaciones de alumbrado recogidas en el capítulo 9 de la ITC-EA-02, se proyectarán con dispositivos o sistemas para regular el nivel luminoso, con la finalidad de ahorrar energía. Los sistemas de regulación del nivel luminoso deberán permitir la disminución del flujo emitido hasta un 50% del valor en servicio normal, manteniendo la uniformidad de los niveles de iluminación, durante las horas con funcionamiento reducido.

Las piezas que no cumplan las especificaciones de proyecto, hayan sufrido daños durante el transporte o que presentaren defectos serán rechazadas.

#### **2.15.1.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Los materiales se almacenarán en lugar protegido de agentes meteorológicos, libre de humedad, alejado de peligros de impacto. Se evitará el contacto con el terreno. Se seguirán las instrucciones del fabricante y se mantendrán en sus embalajes originales.

#### **2.15.1.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.15.1.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

##### **Ejecución**

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado que proporcione el nivel de iluminación establecido en la tabla 1.1, del CTE DB SUA 4, apartado 1, medido a nivel del suelo. En las zonas de los establecimientos de uso Pública Concurrencia en las que la actividad se desarrolla con un nivel bajo de iluminación se dispondrá una iluminación de balizamiento en las rampas y en cada uno de los peldaños de las escaleras.

Conforme al CTE DB HE 3, apartado 2.2, las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de regulación y control que cumplan las siguientes condiciones:

En todas las zonas habrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control. No se aceptarán, como único sistema de control, los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.

Según el apartado 2.1, se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 m de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario, en los casos indicados de las zonas de los grupos 1 y 2.

Una vez replanteada la situación de la luminaria y efectuada su fijación al soporte, se conectarán tanto la luminaria como sus accesorios, con el circuito correspondiente. Se proveerá a la instalación de un interruptor de corte omnipolar situado en la parte de baja tensión.

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de Clase II o Clase III, deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

En redes de alimentación subterráneas, los tubos irán enterrados a una profundidad mínima de 40 cm desde el nivel del suelo, medidos desde la cota inferior del tubo, y su diámetro interior no será inferior a 6 cm. Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 10 cm y a 25 cm por encima del tubo.

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación.

#### **2.15.1.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

##### **Soporte**

El paramento soporte estará acabado completamente antes de fijar el equipo.

#### **2.15.1.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

No se aceptará la instalación cuando:

La iluminancia media medida en instalaciones interiores sea un 10% inferior a la especificada.

La iluminancia media medida en instalaciones exteriores bajo el ámbito del RD 1890/2008 sea un 20% superior a la especificada. Que no se ajusten al proyecto los siguientes aspectos:

El tipo de lámpara y luminaria.

Los valores de uniformidad de luminancia/iluminancia y deslumbramiento.

Los valores de resplandor luminoso nocturno y luz intrusa en instalaciones exteriores bajo el ámbito del RD 1890/2008.

Los valores de la eficiencia energética de la instalación sean inferiores a los especificados en proyecto.

#### **2.15.1.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Se verificará que los conjuntos de las lámparas y sus equipos auxiliares disponen de un certificado del fabricante que acredite su potencia total.

Una vez finalizada la instalación se informará a la Dirección Facultativa. El técnico emitirá los certificados y/o documentación de la instalación conforme a la Reglamentación vigente.

#### **2.15.1.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se cumplirá el Plan de Mantenimiento de las instalaciones de iluminación, para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación VEEI, que contemplará, entre otras acciones: operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento, la limpieza de luminarias con la metodología prevista y la limpieza de la zona iluminada, incluyendo en ambas la periodicidad precisa. Dicho plan también tendrá en cuenta los sistemas de regulación y control utilizados en las diferentes zonas.

Instalaciones exteriores: se harán las operaciones de reposición de lámparas y limpieza de luminarias con la periodicidad determinada por el cálculo del factor de mantenimiento, bajo el ámbito del RD 1890/2008. El titular de la instalación será el responsable de la ejecución del Plan de Mantenimiento.

Las mediciones eléctricas y luminotécnicas incluidas en el plan de mantenimiento serán realizadas por un instalador autorizado en baja tensión, que deberá llevar un registro de operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas.

En el registro se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior, debiendo figurar, al menos, la siguiente información:

El titular de la instalación y la ubicación de ésta.

El titular del mantenimiento.

El número de orden de la operación de mantenimiento preventivo en la instalación.

El número de orden de la operación de mantenimiento correctivo.

La fecha de ejecución.

Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.

También se registrarán, con objeto de facilitar la adopción de medidas de ahorro energético:

Consumo energético anual.

Tiempos de encendido y apagado de los puntos de luz.

Medida y valoración de la energía activa y reactiva consumida, con discriminación horaria y factor de potencia,

Niveles de iluminación mantenidos.

El registro de las operaciones de mantenimiento de cada instalación se hará por duplicado y se entregará una copia al titular de la instalación. Estos documentos deberán guardarse al menos durante cinco años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.

Los elementos de la instalación se protegerán de la entrada de objetos extraños y de la suciedad. Se deberá proceder a la limpieza de los elementos que lo necesiten, previo a la entrega de la obra.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.15.1.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Coincidirán en número y características con lo especificado en proyecto las lámparas, luminarias, conductores, situación, altura de instalación, puesta a tierra, cimentaciones, báculos.

Las conexiones se ejecutarán con regletas o accesorios específicos al efecto. Ensayos y pruebas

Potencia eléctrica consumida por la instalación. Iluminancia media de la instalación.

Luminancia media de la instalación.

Se probará el accionamiento de los interruptores de encendido del alumbrado con todas las luminarias equipadas con sus lámparas correspondientes. Uniformidad de la instalación.

Deslumbramiento perturbador y relación entorno SR.

#### **2.15.1.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: ud de equipo de luminaria, incluyendo el equipo de encendido, fijaciones, conexión comprobación y pequeño material. Totalmente terminada.

Podrán incluirse la parte proporcional de difusores, celosías o rejillas...

#### **2.15.1.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Cuando algún elemento de la instalación eléctrica deba discurrir paralelo o instalarse próximo a una tubería de agua, se colocará siempre por encima de ésta.

#### **2.15.1.12. Verificaciones y pruebas de servicio**

En todas las instalaciones: Documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente. Instalaciones exteriores bajo el ámbito del RD 1890/2008:

-Todas las instalaciones:

Verificación inicial, previa a su puesta en servicio.

-Instalaciones de más de 5 kW de potencia instalada: Inspección inicial, previa a su puesta en servicio.

Inspecciones cada 5 años.

-Instalaciones de hasta 5 kW de potencia instalada:

Verificaciones cada 5 años.

### **2.15.2. ALUMBRADO DE EMERGENCIAS**

#### **2.15.2.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Instalación de alumbrado de emergencia:

Conforme al CTE DB SUA 4, apartado 2.3:

La instalación será fija, con fuente propia de energía, con funcionamiento automático en caso de fallo de la instalación de alumbrado normal. (Se considerará como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal).

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación deberá alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

A partir del instante en que tenga lugar el fallo la instalación, y cómo mínimo durante una hora, cumplirá las condiciones de servicio indicadas en el CTE DB SUA 4, apartado 2.3.

Según el apartado 3.4 de ITC-BT28, la alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve (es decir, disponible en 0,5 segundos). Se incluyen dentro de este alumbrado el de seguridad y el de reemplazamiento.

Según el apartado 3.4 DE ITC-BT28:

-Luminaria alimentada por fuente central:

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente, o no permanente y que estará alimentada a partir de un sistema de alimentación de emergencia central, es decir, no incorporado en la luminaria. Las luminarias que actúan como aparatos de emergencia alimentados por fuente central deberán cumplir lo expuesto en la norma UNE-EN 60598-2-22:1999, UNE-EN 60598-2-22/A1:2003.

-Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia:

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, estarán contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 m de ella.

Los aparatos autónomos destinados a alumbrado de emergencia deberán cumplir las normas UNE-EN 60598-2-22:1999, UNE-EN 60598-2-22/A1:2003 y la norma UNE 20392:1993 o UNE 20062:1993, según sea la luminaria para lámparas fluorescentes o incandescentes, respectivamente.

Los distintos aparatos de control, mando y protección generales para las instalaciones del alumbrado de emergencia por fuente central entre los que figurará un voltímetro de clase 2,5 por lo menos; se dispondrán en un cuadro único; situado fuera de la posible intervención del público.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central, estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz o, si en la dependencia o local considerado existiesen varios puntos de luz para alumbrado de emergencia, éstos deberán ser repartidos, al menos, entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a doce.

-Señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios: Conforme al CTE DB SUA 4, apartado 2.4:

La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal deberá ser al menos de 2 cd/m<sup>2</sup> en todas las direcciones de visión importantes;

La relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no deberá ser mayor de 10:1, se deberá impedir variaciones importantes entre puntos adyacentes.

La relación entre la luminancia Lblanca, y la luminancia Lcolor >10, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.

Las señales de seguridad deberán estar iluminadas al menos al 50% de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

-Equipos de control y unidades de mando:

Los dispositivos de verificación destinados a simular el fallo de la alimentación nominal, si existen, deberán estar claramente marcados.

Los equipos de control para el funcionamiento de las lámparas de alumbrado de emergencia y las unidades de mando incorporadas deberán cumplir con las CEI correspondientes.

Características nominales de los fusibles y/o de las lámparas testigo cuando se encuentren equipadas con estos.

-Luminaria:

Clasificación de acuerdo con las UNE correspondientes. Tensión asignada o la(s) gama(s) de tensiones.

Indicaciones relativas al correcto emplazamiento de las lámparas en un lugar visible. Flujo luminoso.

Gama de temperaturas ambiente en el folleto de instrucciones proporcionado por la luminaria.

-La batería de acumuladores eléctricos o la fuente central de alimentación:

Las baterías de los aparatos autónomos deberán estar marcadas, con el año y el mes o el año y la semana de fabricación, así como el método correcto a seguir para su montaje.

Los aparatos autónomos deberán estar claramente marcados con las indicaciones para el correcto emplazamiento de la batería, incluyendo el tipo y la tensión asignada de la misma.

-Lámpara: se indicará la marca de origen, la potencia en vatios, la tensión de alimentación en voltios y el flujo nominal en lúmenes. Además, para las lámparas fluorescentes, se indicarán las condiciones de encendido y color aparente, el flujo nominal en lúmenes, la temperatura de color en K y el índice de rendimiento de color.

Se tendrán en cuenta las características contempladas en las UNE correspondientes.

Las piezas que no cumplan las especificaciones de proyecto, hayan sufrido daños durante el transporte o que presenten defectos serán rechazadas.

#### **2.15.2.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Los materiales se almacenarán en lugar protegido de agentes meteorológicos, libre de humedad, alejado de peligros de impacto. Se evitará el contacto con el terreno. Se seguirán las instrucciones del fabricante y se mantendrán en sus embalajes originales.

#### **2.15.2.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.15.2.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos indicados en el CTE DB SUA 4, apartado 2.1.

Conforme al CTE DB SUA 4, apartado 2.2, las luminarias de emergencia se colocarán del siguiente modo; una en cada puerta de salida, o para destacar un peligro potencial, o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en puertas existentes en los recorridos de evacuación, escaleras, para que cada tramo reciba iluminación directa, cualquier cambio de nivel, cambios de dirección e intersecciones de pasillos.

Una vez replanteada la situación de la luminaria y efectuada su fijación al soporte, se conectarán tanto la luminaria como sus accesorios utilizando los aislamientos correspondientes.

Alumbrado de seguridad:

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tengan que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona. Estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produzca el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal. La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

Alumbrado de reemplazamiento:

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales. Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

Alumbrado de evacuación:

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales se encuentren o puedan estar ocupados. En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación deberá proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. En los puntos en los que se encuentren situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40. El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Alumbrado ambiente o antipánico:

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para impedir todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos. El alumbrado ambiente o anta-pánico deberá proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40. El alumbrado ambiente o antipánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, cómo mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Alumbrado de zonas de alto riesgo:

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajara en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local. El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10. El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo preciso para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación.

#### **2.15.2.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

El paramento soporte estará acabado completamente antes de fijar el equipo.

#### **2.15.2.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, se ubicarán a 5 cm como mínimo, de otras canalizaciones eléctricas.

De estar instaladas en huecos de la construcción, estarán separadas de éstas por tabiques no metálicos. Se permitirán oscilaciones en la situación de las luminarias de más menos 5 cm.

#### **2.15.2.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

En el espacio reservado en la etiqueta, el instalador autorizado deberá marcar, la fecha de puesta en servicio de la batería.

#### **2.15.2.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Los elementos de la instalación se protegerán de la entrada de objetos extraños y de la suciedad. Se deberá proceder a la limpieza de los elementos que lo necesiten, previo a la entrega de la obra.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.15.2.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Conexiones: ejecutadas con regletas o accesorios específicos al efecto.

Luminarias, lámparas y conductores: situación, altura de instalación, puesta a tierra: deberán coincidir en número y características con lo especificado en proyecto. Fijaciones y conexiones.

Ensayos y pruebas Alumbrado de evacuación:

La instalación cumplirá las siguientes condiciones de servicio durante 1 hora, como mínimo a partir del instante en que tenga lugar una caída al 70% de la tensión nominal: La iluminancia en los puntos en los que se encuentren situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado: 5 lx como mínimo.

La uniformidad de la iluminación en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

Proporcionará una iluminancia de 1 lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje en pasillos y escaleras, y en todo punto cuando dichos recorridos discurran por espacios distintos a los citados.

Alumbrado ambiente o anti pánico:

Durante al menos una hora proporcionará una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m. El cociente entre la iluminancia máxima y la mínima será menor que 40.

Alumbrado de zonas de alto riesgo;

Proporcionará una iluminancia horizontal mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, se tomará el mayor de los dos valores. El cociente entre la iluminancia máxima y la mínima será menor que 10.

Cuando se produzca el fallo del suministro normal, proporcionará la iluminancia prevista, al menos el tiempo preciso para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

#### **2.15.2.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

ud de equipo de alumbrado de emergencia, incluyendo las luminarias, lámparas, los equipos de control y unidades



de mando, la batería de acumuladores eléctricos o la fuente central de alimentación, fijaciones, conexión con los aislamientos precisos y pequeño material. Totalmente terminada.

#### **2.15.2.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Cuando algún elemento de la instalación eléctrica deba discurrir paralelo o instalarse próximo a una tubería de agua, se colocará siempre por encima de ésta.

#### **2.15.2.12. Verificaciones y pruebas de servicio**

Documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente. Medición de iluminancias máxima, mínima, media a las alturas especificadas.

Verificación de entrada en funcionamiento cuando la tensión nominal cae por debajo del 70% de su valor nominal. Verificación de la duración de las fuentes de energía propias.

## **2.16. TELECOMUNICACIONES E INFORMÁTICA**

### **2.16.1. SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO (SCE)**

#### **2.16.1.1. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

m para los cables, los tubos protectores, etc., como longitudes ejecutadas con igual sección, sin descontar el paso por cajas si existieran, y con la parte proporcional de codos o manguitos.

El resto de componentes de la instalación, como arquetas, registros, tomas de usuario, etc.: ud completa e instalada, incluso ayudas de albañilería.

### **2.16.2. MEGAFONÍA Y SONIDO**

#### **2.16.2.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Elementos:

-Equipos amplificadores centrales:

Unidad amplificadora complementada con preamplificadores, selectores, reguladores, etc.

-Fuentes de programa (diferentes tipos):

Para uso general, reproductores magnetofónicos y de compact-disc.

En instalaciones de difusiones de varios programas simultáneos, sintonizadores de radiodifusión. Servicios vía telefónica o de radiofrecuencia.

Para avisos orales, micrófono dinámico.

-Red general de distribución: de uno o varios circuitos de la instalación (desde el punto de vista funcional, un circuito para cada programa simultáneo y físicamente para cada grupo de altavoces que se regulen independientemente), e incluyendo los siguientes niveles de líneas principales de distribución, ramales de distribución, y líneas terminales, con conductores bifilares o multipares, con sus tubos aislantes rígidos o flexibles. Incluyendo cajas de paso, derivación, distribución.

-Altavoces (empotrados o en superficie) y elementos complementarios de actuación local:

Altavoces de alta o baja impedancia con caja acústica o rejilla difusora.

-Selectores de programas, reguladores de nivel sonoro, etc.

Además de una acometida de alimentación para el suministro del equipo amplificador de energía eléctrica procedente de la instalación de baja tensión del edificio y para la conexión de dicho equipo a la red de puesta a tierra.

#### **2.16.2.2. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.16.2.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

## Ejecución

Los equipos amplificadores y las fuentes de programa se colocarán en el local que se establezca en proyecto. Para equipos compuestos por varias unidades y para facilitar la interconexión de los distintos elementos, se fijaran todas a un bastidor conforme a las condiciones establecidas por el fabricante en cuanto a ventilación y refrigeración de equipos.

La conexión entre el equipo amplificador y la red de distribución en la caja general de distribución se realizará, teniendo que ir adosada o empotrada a los paramentos del mismo local, protegiéndose las líneas, bien bajo tubo, o mediante perfil de protección.

Se deberá proceder al tendido de la red de distribución:

Cuando se trate de canalizaciones en superficie, se tenderán los tubos de aislante rígido sobre la base soporte y se sujetarán estos mediante abrazaderas. La base soporte irá fijada a falsos techos o en el interior de conductos de fabrica preparados para el efecto.

Cuando se trate de canalizaciones sobre bandejas, el soporte para las mismas se recibirá sobre muro o paramento y sobre este se fijará la bandeja mediante tornillos, en cuyo interior discurrirán los tubos sujetos mediante los elementos de que estas van provistos.

Cuando se trate de canalizaciones empotradas, las rozas que deberán mantener una distancia mínima de 20 cm con cualquier otra instalación. Se utilizará tubo aislante flexible que deberá penetrar 5 cm como mínimo en cada una de las cajas.

La ejecución de la red de distribución se completará con la colocación de las diferentes cajas de distribución, derivación y paso, así como altavoces, interruptores, reguladores de sonido, selectores de programa, etc.

Una vez instaladas cajas y tubos, se procederá a la colocación de los conductores, con la ayuda de guías, que podrán ir impregnadas con materiales que hagan más fácil su deslizamiento por el interior.

Se conectarán los conductores con los altavoces y amplificadores.

### 2.16.2.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra

#### Soporte

Dependiendo del tipo de canalización, el soporte cumplirá una serie de condiciones:

-En el caso de canalización empotrada: El soporte serán los paramentos tanto horizontales como verticales, los paramentos estarán ejecutados, a falta únicamente del revestimiento y sobre ellos se realizarán las rozas.

Generalmente se utilizará para las líneas terminales, pudiendo utilizarse igualmente para los ramales de distribución o líneas principales cuando discurran por zonas de paso continuado.

-En el caso de canalización superficial.

Falsos techos desmontables registrables, o zonas de paso muy restringido. En este caso el soporte serán los paramentos verticales y horizontales (falsos techos), sobre los se sujetarán con piezas especiales que dispondrán de tantas abrazaderas como conductos deba soportar.

Generalmente para líneas principales y ramales de distribución o líneas terminales cuando su tendido se realice por zonas de servicio como aparcamientos y almacenes.

-En el caso de canalización sobre bandejas. Se atornillarán sobre muros y forjados totalmente acabados incluso revestidos, el soporte para bandejas (perfil metálico, chapa plegada, etc.) que recibirá la bandeja para conducciones atornillada al mismo.

Generalmente como soporte horizontal a líneas de distribución, cuando el tendido se realice por zonas de paso muy restringido.

### 2.16.2.5. Condiciones de terminación de unidades de obra

Las rozas quedarán retacadas, y convenientemente cubiertas de mortero o yeso y enrasadas con el resto del paramento. Se procederá al montaje de equipos y aparatos, así como a la colocación de las placas embellecedoras de los mecanismos.

### 2.16.2.6. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra

#### Control de ejecución

-Acometida de alimentación:

Fijación de la caja para acometida y conexión de los conductos.

-Unidad amplificadora:

Sujeción del equipo o bastidor y conexión con acometida y fuentes de programa.

-Caja general de distribución:

Fijación y conexiones en su interior e identificación de conductores.

-Canalización de superficie:

Dimensiones de la ranura y encaje. Fijación de bases soportes.

Verificación de existencia de placa cortafuegos. Diámetro de tubo aislante rígido.

-Canalización sobre bandeja:

Fijación de soportes y sección de bandeja.

-Canalización empotrada:

Profundidad de la roza y diámetro de tubo aislante flexible.

-Línea de distribución con conductor bifilar o multipar:

Identificación de los conductores y su sección.

-Cajas de distribución, derivación y de paso:

Conexiones en su interior.

Altura de situación medida desde el techo terminado y/o su adosado en el paramento.

-Interruptores, reguladores del nivel sonoro, selectores de programa: Se comprobará la existencia de caja para empotrar mecanismo.

Altura de situación, conexión de los conductores y adosado de la placa de cierre.

-Altavoz de superficie:

Se comprobará la existencia de caja terminal y conexiones entre transformador y altavoz. Adosado de la placa de cierre.

-Altavoz empotrado:

Conexiones entre altavoz y transformadores.

Fijación de los soportes al hueco y colocación de la rejilla difusora.

Fijación de altavoz a caja acústica y de esta al paramento y altura de situación. Ensayos y pruebas

Acometida de alimentación. Pruebas de servicio

Equipo amplificador.

Aislamiento entre circuitos de distribución. Cortocircuito de la red de distribución.

Altavoces.

Reguladores de nivel de sonido. Selectores de programa.

#### **2.16.2.7. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: Cables coaxiales, tubos protectores y demás elementos lineales:

ml, de elemento (cable, etc.) longitudes ejecutadas con igual sección y sin descontar el paso por cajas si existieran y con la parte proporcional de codos o manguitos. Unidades puntuales (acometida, unidad amplificadora, cajas de distribución, derivación, paso, interruptores, reguladores de nivel sonoro, altavoces, etc.)

ud, completa e instalada, incluso ayudas de albañilería.

#### **2.16.2.8. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Se utilizarán tubos de aislante flexible para canalizaciones empotradas y tubos de aislante rígido para canalizaciones de superficie.

### **2.16.3. INFRAESTRUCTURA COMUNES DE TELECOMUNICACIONES (ICT)**

#### **2.16.3.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

En especial deberán ser sometidos a control de recepción los materiales reflejados en el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo: arquetas de entrada y enlace, conductos, tubos, canaletas y sus accesorios, armarios de enlace registros principales, secundarios y de terminación de la red y toma.

-Equipo de captación.

Antenas para UHF, radio y satélite, y sus elementos: soportes, anclajes, riostras, etc., serán de materiales resistentes a la corrosión o tratados convenientemente a estos efectos.

Mástil o torre y sus piezas de fijación, normalmente de acero galvanizado. Cable coaxial de tipo intemperie y en su defecto protegido adecuadamente. Conductor de puesta a tierra desde el mástil.

-Equipamiento de cabecera. Canalización de enlace.

Cable coaxial. Equipo amplificador. Cajas de distribución.

Recintos (armario o cuarto) de instalación de telecomunicaciones superior (RITS).

-Redes:

De alimentación, red de distribución, red de dispersión y red interior del usuario:

Realizadas con cable coaxial, con conductor central de hilo de cobre, otro exterior con entramado de hilos de cobre, un dieléctrico intercalado entre ambos, y su recubrimiento exterior plastificado (tubo de protección), con registros principales.

Punto de acceso al usuario (PAU).

Toma de usuario, con registros de terminación de red y de toma.

-Registros.

#### **2.16.3.2. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.16.3.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

Primero se fijará el mástil al elemento resistente de la cubierta, se colocará aplomado y se fijará mediante piezas de fijación. Sobre él se colocarán las antenas, colocando en la parte superior del mástil UHF y debajo FM8 (de ser el caso). La distancia entre antenas será al menos de 1 m y la distancia de la última antena por debajo al muro o suelo no será menor de 1 m.

Se tenderá posteriormente el cable coaxial desde la caja de conexión de cada antena, discurriendo por el interior del mástil hasta el punto de entrada al inmueble a través de un elemento pasamuros. La canalización de enlace estará formada por 4 tubos empotrados o superficiales de PVC o acero, fijados mediante grapas separadas como máximo 1 m. En la pared se ejecutará el registro de enlace en pared. También deberá realizarse la conexión de puesta a tierra del mástil.

Una vez ejecutado el RITS, el equipo de amplificación y distribución se fijará adosándolo o empotrándolo al paramento vertical en todo su contorno; se realizará la instalación eléctrica del recinto para los cuadros de protección y el alumbrado, su toma a tierra, así como los sistemas de ventilación ya sea natural directa, forzada o mecánica. En el fondo se fijará el equipo amplificador y se conectará a la caja de distribución mediante cable coaxial y a la red eléctrica interior del edificio. En la base de la misma vertical de la canalización principal se instalará el registro; de no poder ser así, excepcionalmente, se proyectará lo más próximo posible admitiéndose cierta curvatura en los cables para enlazar con la canalización principal en ángulos no mayores de 90°.

En edificios en altura: la canalización principal se ejecutará empotrada mediante tubos de PVC rígido, galería vertical o canaleta. En horizontal, se ejecutará enterrada, empotrada o en superficie, mediante tubos o galerías en los que se alojarán exclusivamente redes de telecomunicación.

Los registros secundarios se colocarán practicando en el muro o pared de la zona comunitaria un hueco, con las paredes del fondo y laterales enlucidas, y en el fondo se adaptará una placa de material aislante (madera o plástico) para sujetar con tornillos los elementos de conexión precisos; se cerrará con tapa o puerta de plástico o metálica y con cerco metálico; también podrá colocarse en caja empotrada metálica o de plástico. En el caso de canalización principal subterránea los registros secundarios se realizarán mediante arquetas de dimensiones mínimas 40x40x40 cm.

La red de dispersión se ejecutará a través de tubos o canaletas hasta llegar a los PAU y a la instalación interior del usuario, se realizará con tubos de material plástico, corrugados o lisos, que irán empotrados por el interior de la vivienda hasta llegar a las tomas de usuario.

La anchura de las rozas no superará el doble de su profundidad, siendo la distancia mínima entre ellas, en el caso de disponerse por las dos caras del tabique, al menos de 50 cm.

El cable se doblará en ángulos mayores de 90°.

En tramos de instalación mayores de 1,20 m, así como en cambios de sección se intercalarán cajas de registro.

Las cajas de derivación se instalarán en cajas de registro en lugar fácilmente accesible y protegida de los agentes atmosféricos.

Se colocarán los tubos de protección dentro de la roza ejecutada, penetrando 5 mm en el interior de cada caja de derivación, el cable coaxial las conectará con las cajas de toma.

Una vez instaladas cajas y tubos, se procederá a la colocación de los conductores, con la ayuda de guías, que podrán ir impregnadas con materiales que hagan más fácil su deslizamiento por el interior.

En todos los tubos se dejará instalado un tubo guía de cuerda plástica de 5 mm o alambre de acero galvanizado de 2 mm de diámetro, que sobresaldrá 20 cm en los extremos de cada tubo.

Por último, se realizará la conexión de los conductores a las regletas de empalme y distribución y a la conexión de mecanismos y equipos.

#### **2.16.3.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

Equipo de captación:

El soporte será todo muro o elemento resistente, situado en cubierta, al que se deberá poder anclar mediante piezas de fijación el mástil, que estará perfectamente aplomado, sobre él se montarán las diferentes antenas. (No se recibirá en la impermeabilización de la terraza o su protección).

Equipamiento de cabecera:

Adosado o empotrado a un elemento soporte vertical del RITS en todo su contorno. Resto de la instalación con su red de distribución, cajas de derivación y de toma:

El soporte serán los paramentos tanto horizontales como verticales. Podrán ir en superficie, dentro de canaletas o galerías, en este caso los paramentos deberán estar totalmente acabados. De ir empotrados los paramentos estarán ejecutados, a falta únicamente del revestimiento.

#### **2.16.3.5. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Las antenas quedarán en contacto metálico directo con el mástil.

Las rozas quedarán retacadas, y convenientemente cubiertas de mortero o yeso y enrasadas con el resto del paramento. Se procederá al montaje de equipos y aparatos, así como a la colocación de las placas embellecedoras de los mecanismos.

#### **2.16.3.6. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

La instalación quedará protegida de impactos mecánicos, y del contacto con humedad, materiales agresivos, y suciedad.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.16.3.7. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

-Equipo de captación:

Verticalidad y correcto anclaje del mástil. Situación de las antenas en el mástil.

-Equipo de amplificación y distribución:

Sujeción del armario de protección.

Se verificará que existe un punto de luz y base y clavija para la conexión del alimentador. Fijación del equipo amplificador y de la caja de distribución.

Conexión con la caja de distribución.

-Canalización de distribución:

Se comprobará que existe tubo de protección.

-Cajas de derivación y de toma:

Conexiones con el cable coaxial.

Altura de situación de la caja y adosado de la tapa al paramento. Ensayos y pruebas

Se pondrá en uso la instalación. Comprobando conforme al Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo el cumplimiento de los niveles de calidad para los servicios de radiodifusión sonora y de televisión establecidos.

#### **2.16.3.8. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: Cables coaxiales, tubos protectores y demás elementos lineales:

ml, de elemento (cable, etc.), longitudes ejecutadas con igual sección y sin descontar el paso por cajas si existieran y con la parte proporcional de codos o manguitos. Unidades puntuales (antenas, mástil, amplificador, cajas de distribución, derivación, etc.)

ud, completa e instalada, incluso ayudas de albañilería.

#### **2.16.3.9. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Se atenderán las especificaciones establecidas en el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, en cuanto a tierra local, interconexiones equipotenciales y apantallamiento y compatibilidad electromagnética entre sistemas en el interior de los recintos de telecomunicaciones, a fin de mantener la compatibilidad electromagnética de la instalación. Las tuberías de la instalación de fontanería deberán ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, y guardando una distancia en paralelo mínima de 30 cm.

No se permitirá adosar el equipo de amplificación en los paramentos del cuarto de máquinas del ascensor.

## **2.17. FONTANERÍA Y EVACUACIÓN**

## 2.17.1. FONTANERÍA Y EVACUACIÓN

### 2.17.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Materiales constituyentes: tubos, armario o arqueta del contador general, marco y tapa, contador general, válvulas antirretorno, llaves de paso, filtro, depósito auxiliar de alimentación, grupo de presión, depósitos de presión, local de uso exclusivo para bombas, sistemas de tratamiento de agua, válvulas limitadoras de presión, batería de contadores, contadores divisionarios, colectores de impulsión y retorno, bombas de recirculación, aislantes térmicos, etc.

-Red de agua fría.

Filtro de la instalación general: el filtro deberá ser autolimpiable, de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50  $\mu\text{m}$ , con malla de acero inoxidable y baño de plata.

Sistemas de control y regulación de la presión:

Depósito de presión: dotado de un presostato con manómetro.

Grupos de presión. Deberán diseñarse para que pueda suministrar a zonas del edificio alimentables con presión de red, sin necesidad de la puesta en marcha del grupo. Las bombas del equipo de bombeo serán de iguales prestaciones.

-Sistemas de tratamiento de agua.

Realizados con materiales con las características adecuadas en cuanto a resistencia química, mecánica y microbiológica para cumplir con los requerimientos que deberán cumplir respecto al agua como al proceso de tratamiento.

-Instalaciones de agua caliente sanitaria (A.C.S.). Distribución (impulsión y retorno).

Se utilizarán coquillas resistentes a la temperatura de aplicación, para conseguir el aislamiento térmico de las tuberías: reducir pérdidas de calor, impedir condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones.

Todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

**-Tubos:** tipo de material. Diámetro, espesor y presión nominal. Serie o tipo de tubo y tipo de rosca o unión.

Marca del fabricante y año de fabricación. Norma UNE a la que responde. Quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo, dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua.

Para su uso en las instalaciones de agua de consumo humano, se consideran adecuados los siguientes tubos:

Los tubos de cobre, según Norma UNE-EN 1057:2007;

Los tubos de acero galvanizado, según Norma UNE-EN 10255:2005; Los tubos de fundición dúctil, según Norma UNE-EN 545:2011;

Los tubos de acero inoxidable, según Norma UNE-19049-1:1997;

Los tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según Norma UNE-EN ISO 1452-2:2010;

Los tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según Norma UNE-EN ISO 15877-2:2009 y UNE-EN ISO 15877-2:2009/A1:2011; Los tubos de polietileno (PE), según Normas UNE-EN 12201-2:2012+A1:2014;

Los tubos de polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE-EN ISO 15875:2004 y UNE-EN ISO 15875-2:2004/A1:2007; Los tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE 53 961 EX:2002.

Los tubos de polipropileno (PP) según Norma UNE-EN ISO 15874:2013; Los tubos de polibutileno (PB), según Norma UNE-EN ISO 15876:2004;

Los tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT), según Norma UNE 53960 EX:2002.

**-Griferías:** materiales. Defectos superficiales. Marca del fabricante o del importador sobre el cuerpo o sobre el órgano de maniobra. Grupo acústico y clase de caudal. UNE- EN 200:2008.

**-Contadores de agua:** deberán resistir las corrosiones y estarán fabricadas con materiales que posean resistencia y estabilidad adecuada al uso al que se destinan.

-Accesorios.

Grapa o abrazadera: será aislante eléctrico y de fácil montaje y desmontaje.

Todos los materiales utilizados en la instalación cumplirán las condiciones y requisitos expuestos a continuación:

- Ser resistentes a la corrosión interior.
- Ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.
- No deberán modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.
- Ser resistentes a temperaturas de hasta 40° C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato.
- Ser compatibles con el agua suministrada y no deberán favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.
- Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deberán disminuir la vida útil prevista de la instalación. Pudiéndose utilizar sistemas de protección,

revestimientos, o sistemas de tratamiento de agua para cumplir las condiciones anteriores

**-Uniones de tubos:** de acero galvanizado o cincado, las roscas de los tubos serán del tipo cónico.

El ACS se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, impedir condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100171:1989 IN se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen. El cuerpo de la llave o válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico. Solamente pueden utilizarse válvulas de cierre por giro de 90º como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.

Deberá comprobarse la documentación de suministro y asegurarse que lo suministrado corresponde con los materiales del proyecto, a las órdenes de la Dirección Facultativa y que cumplen las normas UNE que sea de aplicación de acuerdo con el CTE.

Se rechazarán las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte, que presenten defectos o que no cumplan las especificaciones de proyecto. Así como los que no cumplan las características técnicas mínimas que deban reunir.

#### **2.17.1.2. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011 y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.17.1.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 5.1

La instalación de suministro de agua se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra. Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el anexo I del Real Decreto

Ejecución de las redes de tuberías

Condiciones generales.

La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el proyecto sin da o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua de suministro respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación, así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación. Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo. Cuando discurran por conductos, estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado. El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deberán protegerse adecuadamente. La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daos por la formación de hielo en su interior. Las conducciones no deberán ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección Si fuese preciso, además del revestimiento de protección, se procederá a realizar una protección catódica, con ánodos de sacrificio y, si fuera el caso, con corriente impresa.

Uniones y juntas.

Las uniones de los tubos serán estancas. Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones. En las uniones de tubos de acero galvanizado o cincado las roscas de los tubos serán del tipo cónico, de acuerdo a la norma UNE 10 242:1995. Los tubos sólo pueden soldarse si la protección interior se puede restablecer o si puede aplicarse una nueva. Son admisibles las soldaduras fuertes, siempre que se sigan las instrucciones del fabricante. Los tubos no se podrán curvar salvo cuando se verifiquen los criterios de la norma UNE EN 10 240:1998. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante. Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, blanda o fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas. Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Protección contra la corrosión.

Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección, instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la

red, tales como codos, curvas.

Los revestimientos adecuados, cuando los tubos discurren enterrados o empotrados, según el material de los mismos, serán:

- a) Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.
- b) Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.
- c) Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con cincado con recubrimiento de cobertura.

Los tubos de acero galvanizado empotrados para transporte de agua fría se recubrirán con una lechada de cemento, y los que se utilicen para transporte de agua caliente deberán recubrirse preferentemente con una coquilla o envoltura aislante de un material que no absorba humedad y que permita las dilataciones y contracciones provocadas por las variaciones de temperatura.

Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente. En este caso, los tubos de acero podrán ser protegidos, además, con recubrimientos de cinc. Para los tubos de acero que discurren por cubiertas de hormigón se dispondrá de manera adicional a la envuelta del tubo de una lámina de retención de 1 m de ancho entre éstos y el hormigón.

Cuando los tubos discurren por canales de suelo, ha de garantizarse que estos son impermeables o bien que disponen de adecuada ventilación y drenaje.

En las redes metálicas enterradas, se instalará una junta dieléctrica después de la entrada al edificio y antes de la salida. Para la corrosión por el uso de materiales distintos se aplicará lo especificado en el apartado 6.3.2. Para la corrosión por elementos contenidos en el agua de suministro, además de lo reseñado, se instalarán los filtros especificados en el punto 6.3.1.

Protección contra las condensaciones.

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante, pero si con capacidad de actuación como barrera antivapor, que evite los daos que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación. Dicho elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo en cualquier caso utilizarse el mismo para ambas protecciones. Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

Protecciones térmicas.

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas. Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE EN ISO 12 241:1999.

Protección contra esfuerzos mecánicos.

Cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda, también de sección circular, de mayor di y suficientemente resistente. Cuando en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubos sobresaldrá al menos 3 centímetros por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, este sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería m1 centímetro. Cuando la red de tuberías atraviese, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico. La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no deberá sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de estos, no deberá sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no deberá descender por debajo del 50 % de la preside servicio.

Protección contra ruidos.

Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el DB HR al respecto, se adoptarán las siguientes:

los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurren las conducciones estarán situados en zonas comunes;

a la salida de las bombas se instalar conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. Dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y al lugar de su instalación

Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades de 1,5 a 2,0 m/s serán antivibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

Grapas y abrazaderas.

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio. El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico. Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo



elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

Soportes.

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones. No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos. De igual forma que para las grapas y abrazaderas se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos. La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

Ejecución de los sistemas de medición del consumo.

Contadores

Alojamiento del contador general. La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifón, provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio, si esta es capaz para absorber dicho caudal, y si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado. Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando esta se realice in situ, se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bru y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general. En cualquier caso, contará con la preinstalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador. Estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas fijas, taladros o rejillas, que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara. Irán provistas de cerradura y llave, para impedir la manipulación por personas no autorizadas, tanto del contador como de sus llaves.

Contadores individuales aislados.

Se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos en el apartado anterior en cuanto a sus condiciones de ejecución. En cualquier caso, este alojamiento dispondrá de desagüe capaz para el caudal máximo contenido en este tramo de la instalación, conectado, o bien a la red general de evacuación del edificio, o bien con una red independiente que recoja todos ellos y la conecte con dicha red general.

Ejecución de los sistemas de control de la presión

Montaje del grupo de sobreelevación

Depósito auxiliar de alimentación.

En estos depósitos el agua de consumo humano podrá ser almacenada bajo las siguientes premisas:

el depósito habrá de estar fácilmente accesible y ser fácil de limpiar. Contará en cualquier caso con tapa y esta ha de estar asegurada contra deslizamiento y disponer en la zona más alta de suficiente ventilación y aireación;

Habrà que asegurar todas las uniones con la atmósfera contra la entrada de animales e inmisiones nocivas con dispositivos eficaces tales como tamices de trama densa para ventilación y aireación, sifón para el rebosado.

En cuanto a su construcción, será capaz de resistir las cargas previstas debidas al agua contenida más las debidas a la sobrepresión de la red si es el caso. Estarán, en todos los casos, provistos de un rebosadero, considerando las disposiciones contra retorno del agua especificadas en el punto 3.3. Se dispondrá, en la tubería de alimentación al depósito de uno o varios dispositivos de cierre para evitar que el nivel de llenado del mismo supere el m previsto. Dichos dispositivos serán válvulas pilotadas. En el caso de existir exceso de presión habrá de interponerse, antes de dichas válvulas, una que limite dicha presión con el fin de no producir el deterioro de las anteriores. La centralita de maniobra y control del equipo dispondrá de un hidronivel de protección para impedir el funcionamiento de las bombas con bajo nivel de agua. Se dispondrá de los mecanismos necesarios que permitan la fácil evacuación del agua contenida en el depósito, para facilitar su mantenimiento y limpieza. Así mismo, se construirán y conectarán de manera que el agua se renueve por su propio modo de funcionamiento evitando siempre la existencia de agua estancada.

Bombas.

Se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia al conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio. A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico, con el fin de impedir la transmisión de vibraciones a la red de tuberías. Igualmente, se dispondrán llaves de cierre, antes y después de cada bomba, de manera que se puedan desmontar sin interrupción del abastecimiento de agua. Se realizará siempre una adecuada nivelación. Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.

Depósito de presión.

Estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones máxima y mínima de servicio, haciendo las veces de interruptor, comandando la centralita de maniobra y control de las bombas, de tal manera que estas sólo funcionen en el momento en que disminuya la presión en el interior del depósito hasta los límites establecidos, provocando el corte de corriente, y por tanto la parada de los equipos de bombeo, cuando se alcance la presión máxima del aire contenido en el depósito. Los valores correspondientes de reglaje han de figurar de forma visible en el depósito. En equipos con varias bombas de funcionamiento en cascada, se instalarán tantos presostatos como bombas se desee hacer entrar en funcionamiento. Dichos presostatos, se tararán mediante un valor de presión diferencial para que las

bombas entren en funcionamiento consecutivo para ahorrar energía Cumplirán la reglamentación vigente sobre aparatos a presión y su construcción atenderá, en cualquier caso, al uso previsto. Dispondrán, en lugar visible, de una placa en la que figure la contrasede, certificación, las presiones máximas de trabajo y prueba, la fecha de timbrado, el espesor de la chapa y el volumen. El timbre de presión m de trabajo del depósito superará, al menos, en 1 bar, a la presión máxima prevista a la instalación. Dispondrá de una válvula de seguridad, situada en su parte superior, con una presión de apertura por encima de la presión nominal de trabajo e inferior o igual a la presión timbrada del depósito Con objeto de evitar paradas y puestas en marcha demasiado frecuentes del equipo de bombeo, con el consiguiente gasto de energía, se dará un margen suficientemente amplio entre la presión máxima y la presión mínima en el interior del depósito, tal como figura en los puntos correspondientes a su cálculo. Si se instalaran varios depósitos, estos pueden disponerse tanto en línea como en derivación. Las conducciones de conexión se instalarán de manera que el aire comprimido no pueda llegar ni a la entrada al depósito ni a su salida a la red de distribución.

Funcionamiento alternativo del grupo de presión convencional. Se preverá una derivación alternativa (by-pass) que una el tubo de alimentación con el tubo de salida del grupo hacia la red interior de suministro, de manera que no se produzca una interrupción total del abastecimiento por la parada de éste y que se aproveche la presión de la red de distribución en aquellos momentos en que ésta sea suficiente para abastecer nuestra instalación. Esta derivación llevará incluidas una válvula de tres vías motorizada y una válvula antirretorno posterior a esta. La válvula de tres vías estará accionada automáticamente por un manómetro y su correspondiente presostato, en función de la presión de la red de suministro, dando paso al agua cuando esta tome valor suficiente de abastecimiento y cerrando el paso al grupo de presión de manera que éste sólo funcione cuando sea imprescindible. El accionamiento de la válvula también podrá ser manual para discriminar el sentido de circulación del agua en base a otras causas tales como avería, interrupción del suministro eléctrico, etc. Cuando en un edificio se produzca la circunstancia de tener que recurrir a un doble distribuidor principal para dar servicio a plantas con presión de red y servicio a plantas mediante grupo de presión podrá optarse por no duplicar dicho distribuidor y hacer funcionar la válvula de tres vías con presiones máxima y/o mínima para cada situación. Dadas las características de funcionamiento de los grupos de presión con accionamiento regulable, no será imprescindible, aunque sí aconsejable, la instalación de ningún tipo de circuito alternativo.

Ejecución y montaje del reductor de presión.

Cuando existan baterías mezcladoras, se instalará una reducción de presión centralizada. Se instalarán libres de presiones y preferentemente con la caperuza de muelle dispuesta en vertical. Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión o un puente de presión diferencial. Para impedir reacciones sobre el reductor de presión deberá disponerse en su lado de salida como tramo de retardo con la misma medida nominal, un tramo de tubo de una longitud mínima de cinco veces el diámetro interior. Si en el lado de salida se encuentran partes de la instalación que por un cierre incompleto del reductor serán sobrecargadas con una presión no admisible, hay que instalar una válvula de seguridad. La presión de salida del reductor en estos casos ha de ajustarse como mínimo un 20 % por debajo de la presión de reacción de la válvula de seguridad. Si por razones de servicio se requiere un by-pass, se proveerá de un reductor de presión. Los reductores de presión se elegirán de acuerdo con sus correspondientes condiciones de servicio y se instalarán de manera que exista circulación por ambos.

Montaje de los filtros.

El filtro ha de instalarse antes del primer llenado de la instalación y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. Deberán instalarse únicamente filtros adecuados. En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición para evitar la transferencia de materias sólidas de los tramos de conducción existentes. Para no tener que interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento, se recomienda la instalación de filtros retroenjuagables o de instalaciones paralelas. Hay que conectar una tubería con salida libre para la evacuación del agua del autolimpiado.

Instalación de aparatos dosificadores. Sólo deberán instalarse aparatos de dosificación conformes con la reglamentación vigente. Cuando se deba tratar toda el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de dosificación detrás de la instalación de contador y, en caso de existir, detrás del filtro y del reductor de presión. Si sólo ha de tratarse el agua potable para la producción de ACS, entonces se instala delante del grupo de válvulas en la alimentación de agua fría al generador de ACS.

Montaje de los equipos de descalcificación.

La tubería para la evacuación del agua de enjuagado y regeneración deberá conectarse con salida libre. Cuando se deba tratar toda el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de descalcificación detrás de la instalación de contador, del filtro incorporado y delante de un aparato de dosificación eventualmente existente. Cuando sólo deba tratarse el agua potable para la producción de ACS, entonces se instalará delante del grupo de valvulería, en la alimentación de agua fría al generador de ACS. Cuando sea pertinente, se mezclará el agua descalcificada con agua dura para que obtenga la adecuada dureza de la misma.

Cuando se monte un sistema de tratamiento electrolítico del agua mediante nodos de aluminio, se instalará en el último acumulador de ACS de la serie, como especifica la norma UNE 100 050:2000.

#### **2.17.1.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

La instalación podrá ser vista, registrable o estar empotrada y el soporte serán los paramentos tanto horizontales como verticales.

En el caso de instalaciones empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica, realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. De no ser posible, discurrirán por

rozadas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo.

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación. Se deberá registrar la documentación: boletines, certificados y documentación adicional exigida por la Administración competente.

#### **2.17.1.5. Condiciones de terminación de unidades de obra**

La instalación se entregará terminada, conectada y comprobada.

#### **2.17.1.6. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Si las acometidas se encuentran paradas temporalmente o si no van a ser utilizadas inmediatamente tras su terminación, deberán cerrarse en la conducción de abastecimiento. Si no lo van a ser en un año, deberán ser taponadas.

Antes de la entrega de la obra se deberá proceder a la limpieza de filtros de grifos y de cualquier otro elemento que pueda resultar obstruido

Los materiales químicos utilizados en el proceso de tratamiento de agua deberán almacenarse en condiciones de seguridad en función de su naturaleza y su forma de utilización. Se dotará a la entrada al local donde se vayan a almacenar de un sistema para que el acceso sea restringido a las personas autorizadas para su manipulación. Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.17.1.7. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

##### **- Control de ejecución**

##### **- Instalación general del edificio.**

La tubería de acometida atraviesa el muro por un orificio con pasatubos rejuntado e impermeabilizado. Llave de registro estará en el exterior del edificio. Llave de paso en el interior del edificio alojada en cámara impermeabilizada.

Contador general: colocación del contador, llaves y grifos; diámetro y recibido del manguito pasamuros. Situación del armario o cámara; Llave general: diámetro y recibido del manguito pasamuros; colocación de la llave.

Tubo de alimentación y grupo de presión: diámetro; a ser posible aéreo. Grupo de presión: marca y modelo especificado.

Depósito hidroneumático: estará homologado por el Ministerio de Industria.

Equipo de bombeo: marca, modelo, caudal, presión y potencia especificados. Llevará válvula de asiento a la salida del equipo y válvula de aislamiento en la aspiración. Fijación, que impida la transmisión de esfuerzos a la red y vibraciones.

Batería de contadores divisionarios: local o armario de alojamiento, impermeabilizado y con sumidero sifónico. Colocación del contador y llave de paso. Fijación del soporte; colocación de contadores y llaves. Separación de otras centralizaciones de contadores. Instalación particular del edificio.

Montantes:

Del material y diámetro especificados.

Discurren de forma paralela o normal a los elementos estructurales. Grifos para vaciado de columnas, cuando se hayan previsto.

Pasatubos en muros y forjados, con holgura suficiente.

En caso de instalación de antiarrietes, colocación en extremos de montantes y con llave de corte. Se comprobarán las separaciones entre elementos de apoyo o fijación.

Derivación particular:

Material y diámetros.

Llaves de paso en locales húmedos.

Canalizaciones a nivel superior de los puntos de consumo.

Distancia a una conducción o cuadro eléctrico mayor o igual a 30 cm. Tuberías de PVC, condiciones especiales para no evitar la dilatación.

Tuberías de cobre recibidas con grapas de latón. La unión con galvanizado mediante manguitos de latón. Tuberías de acero galvanizado empotradas, no estarán en contacto con yeso o mortero mixto.

Protecciones en el caso de ir empotradas.

Prohibición de utilizar las tuberías como puesta a tierra de aparatos eléctricos.

Grifería:

Verificación con especificaciones de proyecto. Colocación correcta con junta de aprieto.

Calentador individual de agua caliente y distribución de agua caliente:

Cumple las especificaciones de proyecto.

Termo eléctrico. Acumulador. Conexión mediante interruptor de corte bipolar.

Calentador de gas. Homologado por Industria. Distancias de protección. Conexión a conducto de evacuación de humos. Rejillas de ventilación, en su caso. Se respetan los volúmenes de prohibición y protección en cuartos de baño.

Llaves de paso en entrada y salida de agua de calentadores o termos. Ensayos y pruebas

- **Pruebas de las instalaciones interiores.**

Resistencia mecánica y estanquidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control. Una vez realizada la prueba anterior a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.

Instalaciones de ACS se harán las siguientes pruebas de funcionamiento:

Obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abierto el número de grifos estimados en la simultaneidad. Medición de caudal y temperatura en los puntos de agua.

Se comprobará el tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas.

Causas de rechazo:

Las medidas no se ajustan a lo especificado. Colocación y uniones defectuosas.

Prueba de funcionamiento: ensayados el 100% de grifos, fluxores y llaves de paso de la instalación, no se aceptará la instalación si se observa funcionamiento deficiente en: estanquidad del conjunto completo, aguas arriba y aguas abajo del obturador, apertura y cierre correctos, sujeción mecánica sin holguras, movimientos ni daños al elemento al que se sujeta.

Prueba de estanquidad: ensayados el 100% de conductos y accesorios, no se aceptará la instalación si no se estabiliza la presión a las dos horas de comenzada la prueba.

**2.17.1.8. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: Tuberías y aislamientos:

ml de longitud de igual dimensión y características, sin descontar los elementos intermedios como válvulas, accesorios, etc., todo ello completamente colocado e incluyendo la parte proporcional de accesorios, manguitos, soporte, etc. para tuberías, y la protección cuando exista para los aislamientos.

El resto de componentes de la instalación:

ud totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones precisos para su correcto funcionamiento.

**2.17.1.9. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 6.3.2.1, se impedirá el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.

No se colocarán tuberías de cobre antes que, de acero galvanizado, en el sentido de circulación del agua. Tampoco se permitirá la colocación de aparatos de producción de ACS de cobre colocados antes de canalizaciones en acero. Se autoriza el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.

En el caso de requisitos insalvables de la instalación, y excepcionalmente, se admitirá el uso de manguitos antielectrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado.

Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.

Se interpondrá un material plástico en las vainas pasamuros, para impedir contactos inconvenientes entre distintos materiales.

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.1, las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.

Igualmente se protegerá toda conducción exterior y al aire libre.

Las tuberías y accesorios concebidos como partes de un mismo sistema de instalación no se mezclarán con los de otros sistemas.

Los materiales no deberán presentar incompatibilidad electroquímica entre sí, en relación con su afectación al agua que suministre. El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

En ningún caso podrán utilizarse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan producir

concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

Quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo, dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua.

En el caso de tubos enterrados o empotrados sus revestimientos dependen del material de los mismos:

- Tubos de cobre: revestimiento de plástico.
- Tubos de acero: revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o de alquitrán de poliuretano.
- Tubos de fundición: cincado con recubrimiento de cobertura, láminas de poliuretano o revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, o betún.

#### **2.17.1.10. Verificaciones y pruebas de servicio**

Tanto en la instalación general del edificio como en las particulares:

- Prueba hidráulica de las conducciones:
- Prueba de presión.
- Prueba de estanquidad.

Además, en la instalación general del edificio:

- Grupo de presión: verificación del punto de tarado de los presostatos.
- Nivel de agua/ aire en el depósito.
- Lectura de presiones y verificaciones de caudales.
- Se comprobará el funcionamiento de válvulas.

## **2.17.2. EVACUACIÓN**

### **2.17.2.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

La red de evacuación de agua estará formada por los siguientes elementos:

-Válvulas de desagüe. Las rejillas de todas las válvulas serán de latón cromado o de acero inoxidable, excepto en fregaderos en los que serán precisamente de acero inoxidable.

-Cierres hidráulicos, como: sifones individuales, botes sifónicos, sumideros sifónicos, arquetas sifónicas.

-Redes de pequeña evacuación.

-Calderetas o cazoletas y sumideros.

-Bajantes y canalones.

-Colectores, los cuales podrán ser colgados o enterrados.

-Los elementos de conexión.

- Arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable. Los tipos de arquetas pueden ser: a pie de bajante, de paso, de registro y de trasdós. Separador de grasas.

-Subsistemas de ventilación. Ventilación primaria.

- Ventilación secundaria. Ventilación terciaria.
- Ventilación con válvulas de aireación-ventilación.

-Elementos especiales.

- Válvulas antirretorno de seguridad. Sistema de bombeo y elevación.

-Depuración. Fosa séptica.

- Fosa de decantación-digestión.

#### **- Características de los materiales para la instalación:**

- Impermeabilidad total a líquidos y gases. Suficiente resistencia a las cargas externas.
- Resistencia a la fuerte agresividad de las aguas a evacuar. Flexibilidad para poder absorber sus movimientos.
- Resistencia a la abrasión. Resistencia a la corrosión. Lisura interior.
- Absorción de ruidos, producidos y transmitidos.

Las bombas tendrán un diseño que garantice una protección adecuada contra las materias sólidas en suspensión en el agua. Deberán ser de regulación automática, que no se obstruyan fácilmente, y siempre que sea posible se someterán las aguas negras a un tratamiento previo antes de bombearlas.

Estos sistemas deberán estar dotados de una tubería de ventilación capaz de descargar adecuadamente el aire del depósito de recepción. El material utilizado en la construcción de las fosas sépticas deberá ser impermeable y resistente a la corrosión.

Se deberá comprobar la documentación de suministro y asegurarse que lo suministrado corresponde con los materiales del proyecto, a las órdenes de la Dirección Facultativa y que cumplen la normativa que le sea de aplicación:

Accesorios de desagüe: defectos superficiales. Diámetro del desagüe. Diámetro exterior de la brida. Tipo.

Estanquidad. Marca del fabricante. Norma a la que se ajusta. Desagües sin presión hidrostática: estanquidad al agua: sin fuga. Estanquidad al aire: sin fuga. Ciclo de temperatura elevada: sin fuga antes y después del ensayo. Marca del fabricante. Diámetro nominal. Espesor de pared mínimo. Material. Código del área de aplicación. Año de fabricación. Comportamiento funcional en clima frío.

Se rechazarán las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte, que presentaren defectos o que no cumplan las especificaciones de proyecto.

#### **2.17.2.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Los materiales se almacenarán en lugar protegido de agentes meteorológicos, libre de humedad, alejado de peligros de impacto. Se evitará el contacto con el terreno. Se seguirán las instrucciones del fabricante y se mantendrán en sus embalajes originales.

#### **2.17.2.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.17.2.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

##### Ejecución

Las válvulas de desagüe y su interconexión, se efectuará con conexiones mediante juntas mecánicas con tuerca y junta tórica, se prohíbe la unión mediante masilla. No se utilizará líquido soldador cuando el tubo sea de polipropileno.

Los sifones individuales se instalarán lo más cerca posible de la válvula de descarga del aparato sanitario o en el mismo aparato sanitario. Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos, y siempre desde el propio local en que se encuentren instalados. Los cierres hidráulicos no quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc., que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento. Cuando el manguetón del inodoro sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

Los botes sifónicos serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua, y quedarán enrasados con el pavimento. A botes sifónicos que recojan desagües de urinarios no se podrán conectar desagües procedentes de ningún otro tipo de aparato sanitario. La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 2 cm y el tubo de salida como mínimo a 5 cm, formando así un cierre hidráulico. La conexión del tubo de salida a la bajante no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para impedir la pérdida del sello hidráulico.

La caldereta se instalará en paralelo con la bajante, para poder garantizar el funcionamiento de la columna de ventilación, tanto en las bajantes mixtas como en las bajantes de pluviales. El sumidero sifónico tendrá un diámetro superior a 1,5 veces el diámetro de la bajante a la que desagua y se dispondrá a una distancia de la bajante inferior o igual a 5 m, garantizándose que en ningún punto de la cubierta se supera una altura de 15 cm de hormigón de pendiente.

Canalones: Generalmente y salvo las siguientes especificaciones, se dispondrán con una pendiente mínima de 0,5%, hacia el exterior. Ejecución según el material:

Canalones de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las que se sujetará la chapa, se deberá ajustar a la forma de la misma y serán de pletina de acero galvanizado. Se colocarán estos elementos de sujeción a una distancia máxima de 50 cm e irá remetido al menos 1,5 cm de la línea de tejas del alero.

Canalones de plástico, se puede establecer una pendiente mínima de 0,16%. En estos canalones se unirán los diferentes perfiles con manguito de unión con junta de goma. La separación máxima entre ganchos de sujeción no excederá de 1 m, dejando espacio para las bajantes y uniones, aunque en zonas de nieve dicha distancia se reducirá a 70 cm. Todos sus accesorios deberán llevar una zona de dilatación de al menos 1 cm. La conexión de canalones al colector general de la red vertical aneja, en su caso, se hará a través de sumidero sifónico.

Bajantes: deberán quedar aplomadas y fijadas a la obra, mediante abrazaderas de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas deberá ser de 15 veces el diámetro. Presentarán un espesor mínimo de 12 mm, con elementos de agarre al menos entre forjados. Se mantendrán separadas de los paramentos. Cuando se trate de edificios de más de 10 plantas, se deberá interrumpir la verticalidad de la bajante con el fin de disminuir el posible impacto de caída, esta desviación deberá preverse con piezas especiales o escudos de protección de la bajante y el ángulo de la desviación con la vertical deberá ser superior a 60°, para impedir posibles atascos. El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados in situ. Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones. Se impedirán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se impedirá el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva. Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 70 cm para tubos de diámetro no superior a 5 cm y cada 50 cm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a paramentos verticales, estos tendrán un espesor mínimo de 9 cm. Las abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada. Para tuberías empotradas se aislarán para impedir corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros. Si se utilizaran tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto. Los pasos a través de forjados, o de cualquier elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 1 cm, que se retacará con masilla asfáltica o material

elástico.

Unión de la bajante a la arqueta: se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca. Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga, se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de este, para evitar que funcione como ménsula.

Si las arquetas son fabricadas in situ, podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, se apoyarán sobre una solera de hormigón de 10 cm de espesor y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10 cm. La tapa será hermética con junta de goma para impedir el paso de olores y gases. Los encuentros de las paredes laterales se deberán realizar a media caña, para impedir el depósito de materias sólidas en las esquinas. Igualmente, se conducirán las aguas entre la entrada y la salida mediante medias cañas realizadas sobre cama de hormigón formando pendiente.

Ventilaciones primarias: irán provistas del correspondiente accesorio estándar que garantice la estanquidad permanente del remate entre impermeabilizante y tubería. En las bajantes mixtas o residuales, que vayan dotadas de columna de ventilación paralela, ésta se montará lo más próxima posible a la bajante; para la interconexión entre ambas se utilizarán accesorios estándar del mismo material de la bajante, que garanticen la absorción de las distintas dilataciones que se produzcan en las dos conducciones, bajante y ventilación. Dicha interconexión se realizará, en cualquier caso, en el sentido inverso al del flujo de las aguas, para evitar que éstas penetren en la columna de ventilación. Los pasos a través de forjados se harán en idénticas condiciones que para las bajantes. La ventilación terciaria se conectará a una distancia del cierre hidráulico entre 2 y 20 veces el diámetro de la tubería. Se realizará en sentido ascendente o en todo caso horizontal por una de las paredes del local húmedo. Las válvulas de aireación se montarán entre el último y el penúltimo aparato, y por encima, de 1 a 2 m, del nivel del flujo de los aparatos. Se colocarán en un lugar con ventilación y accesible. La unión podrá ser por presión con junta de caucho o sellada con silicona. El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia igual o mayor que 1 m a ambos lados.

Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería. En los cambios de dirección se situarán codos de 45°, con registro roscado.

La separación entre abrazaderas será función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:

- En tubos de PVC y para todos los diámetros, 3 cm.
- En tubos de fundición, y para todos los diámetros, 3 mm.

Aunque se deberá verificar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,50 m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de esta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red. Cuando la generatriz superior del tubo quede a más de 25 cm del forjado que la sustenta, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se harán mediante silletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados al forjado en ambos sentidos, (aguas arriba y aguas abajo), del eje de la conducción, para impedir el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte. En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación precisos. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 m. La tubería principal se prolongará 30 cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones. Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contratubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las bajantes.

En la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se tendrá en cuenta la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

Para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.

Para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa.

Se tomarán las medidas adecuadas cuando exista la posibilidad de invasión de la red por raíces de las plantaciones inmediatas a ésta, como por ejemplo colocar mallas de geotextil. Los tubos se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular (arena/grava) o tierra exenta de piedras (grueso mínimo de 10 + diámetro exterior/ 10 cm). Cuando se trate de terrenos poco consistentes, la base será un lecho de hormigón de 15 cm en toda su longitud y sobre él se extenderá el lecho de material granular. Se compactarán los laterales y se dejarán al descubierto las uniones hasta haberse realizado las pruebas de estanquidad. El relleno se realizará por capas de 10 cm, compactando, hasta 30 cm del nivel superior en que se realizará un último vertido y la compactación final.

**Tuberías de materiales plásticos:** el lecho de apoyo se interrumpirá reservando unos nichos en la zona donde irán situadas las juntas de unión. Una vez situada la tubería, se rellenarán los flancos para impedir que queden huecos y se compactarán los laterales hasta el nivel del plano horizontal que pasa por el eje del tubo. Se utilizará relleno que no contenga piedras o terrones de más de 3 cm de diámetro y tal que el material pulverulento, (diámetro inferior a 0,1 mm), no supere el 12%. Se proseguirá el relleno de los laterales hasta 15 cm por encima del nivel de la clave del tubo y se compactará nuevamente. La compactación de las capas sucesivas se realizará por capas no superiores a 30 cm y se utilizará material exento de piedras de diámetro superior a 1 cm.

**Depósito acumulador de aguas residuales:** a fin de evitar malos olores será de construcción estanca y contará con una tubería de ventilación con un diámetro igual a la mitad del de acometida y de al menos 8 cm. Será, de planta circular, preferiblemente, para impedir la acumulación de depósitos sólidos. Entre el nivel máximo del agua en el

depósito y la generatriz inferior de la tubería de acometida, deberá quedar un mínimo de 10 cm. El fondo del tanque deberá tener una pendiente mínima del 25%. Cuando se utilicen bombas de tipo sumergible, se alojarán en una fosa para reducir la cantidad de agua que queda por debajo de la boca de aspiración.

Para controlar la marcha y parada de la bomba se utilizarán interruptores de nivel, instalados en los niveles alto y bajo respectivamente. Se instalará además un nivel de alarma por encima del nivel superior y otro de seguridad por debajo del nivel mínimo. Cuando exista riesgo de flotación de los equipos, éstos se fijarán a su alojamiento para impedir dicho riesgo.

**Fosa seca**, se construirá de tal manera que haya, al menos, 60 cm alrededor y por encima de las partes o componentes que puedan necesitar mantenimiento. Presentará ventilación adecuada, iluminación mínima de 200 lux y un sumidero de al menos 10 cm de diámetro.

Se dispondrán llaves de corte en la entrada del equipo, en la salida y después de la válvula de retención. No se realizará conexión alguna en la tubería de descarga del sistema. La tubería de descarga no se conectará a bajante de cualquier tipo. La conexión con el colector de desagüe se hará siempre por gravedad. En la tubería de descarga no se colocarán válvulas de aireación.

Todas las conexiones de las tuberías del sistema de bombeo y elevación estarán dotadas de los elementos precisos para la no transmisión de ruidos y vibraciones. El depósito de recepción que contenga residuos fecales no estará integrado en la estructura del edificio.

#### **2.17.2.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

Se procederá a localizar las canalizaciones existentes y se realizará un replanteo de la canalización a realizar, con el trazado de los niveles de la misma. Los soportes de la instalación de saneamiento según los diferentes tramos de la misma serán:

Zanjas realizadas en el terreno.

Paramentos verticales (espesor mínimo ½ pie). Forjados.

En los forjados se habrán dejado los huecos precisos para el paso de conducciones y bajantes, así como los pasatubos en los elementos, según lo especificado en proyecto.

#### **2.17.2.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

No serán admitidas desviaciones superiores al 10%, respecto a los valores de proyecto.

#### **2.17.2.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Una vez finalizada la instalación se informará a la Dirección Facultativa. El técnico emitirá los certificados y/o documentación de la instalación conforme a la Reglamentación vigente.

#### **2.17.2.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se revisará que se encuentren cerradas todas las conexiones de los desagües que vayan a conectarse a la red de alcantarillado y se taparán todas las arquetas para impedir caídas de personas, materiales y objetos

No se utilizará la instalación para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.17.2.9. CONTROL DE EJECUCIÓN, ENSAYOS Y PRUEBAS DE UNIDADES DE OBRA**

Control de ejecución

- Desagüe de aparatos:

- Sifones individuales en aparatos sanitarios y conexión a los aparatos.
- Botes sifónicos (en su caso). Conexión y tapa.
- Sifones registrables en desagües de aparatos de bombeo (lavadoras...)
- Pendientes de la red horizontal. Conexión a bajantes.
- Distancia máxima de inodoros a bajantes. Conexión del aparato a bajante.

- Sumideros:

- Replanteo. Nº de unidades. Tipo.
- Colocación. Impermeabilización, solapos.
- Cierre hidráulico. Conexión. Rejilla.

- Bajantes:

- Material y diámetro especificados.
- Existencia de pasatubos y sellado a través de forjados. Dos fijaciones mediante abrazaderas, por cada tubo. Protección en zona de posible impacto.
- Remate de ventilación. Se prolonga por encima de la cubierta la longitud especificada.
- La ventilación de bajantes no estará asociada a otros conductos de ventilación de locales (tipo Shunt).

- Red horizontal:



- Conducciones enterradas:

- Zanjas de saneamiento. Profundidad. Lecho de apoyo de tubos. Pendientes. Relleno. Tubos. Material y diámetro según especificaciones. Conexión de tubos y arquetas. Sellado. Pozo de registro y arquetas:
- Disposición, material y dimensiones según especificaciones. Tapas de registro. Acabado interior. Conexiones a los tubos. Sellado.

- Conducciones suspendidas:

- Material y diámetro según especificaciones. Registros.
- Sujeción con bridas o ganchos al forjado (cada 70 cm). Pendientes. Juntas estancas.
- Pasatubos y sellado en el paso a través de muros.

- Red de desagües:

- Ventilación:

Conducciones verticales:

- Disposición: tipos y secciones según especificaciones. Correcta colocación y unión entre piezas. Aplomado: se comprobará la verticalidad.
- Sustentación: correcta sustentación de cada nivel de forjado. Sistema de apoyo. Aislamiento térmico: espesor especificado. Continuidad del aislamiento.
- Aspirador estático: altura sobre cubierta. Distancia a otros elementos. Fijación. Arriostramiento, en su caso.

Conexiones individuales:

- Derivaciones: Correcta colocación de la rejilla. Correcta conexión con pieza especial de derivación.

No se admitirán falseos interrumpidos en los falsos techos o pasos de tuberías no selladas. De realizarse se pondrá especial cuidado en no interrumpirlos en todo su recorrido, desde el suelo hasta el forjado superior.

- Ensayos y pruebas

Se harán pruebas de estanquidad, atendiendo a lo especificado en el CTE DB HS 5, apartado 5.6.

**2.17.2.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

-Canalizaciones:

ml, incluso solera y anillado de juntas, relleno y compactado. Totalmente terminado.

-Conductos y guardacaños:

ml, incluso uniones, accesorios y ayudas de albañilería.

Tanto para la red horizontal como de la vertical, en el caso de colectores enterrados no se incluirá la excavación ni relleno de zanjas.

-Conductos de la instalación de ventilación:

ml, incluida la parte proporcional de piezas especiales, rejillas, capa de aislamiento a nivel de forjado, medida la longitud desde el arranque del conducto hasta la parte inferior del aspirador estático.

-Conductos de la instalación de ventilación de piezas prefabricadas:

ud.

-Canalizaciones y zanjas filtrantes:

ml, de igual sección totalmente colocadas y ejecutadas, respectivamente.

-Filtros de arena:

-m2 con igual profundidad, totalmente terminado.

-Resto de elementos de la instalación (sumideros, desagües, arquetas, botes sifónicos, etc.):

ud, incluyendo todos los accesorios y conexiones precisos para su correcto funcionamiento. Totalmente colocada y comprobada.

**2.17.2.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

En los tramos de las derivaciones interiores, los conductos no se fijarán a la obra con elementos rígidos (morteros, yesos). Se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

Tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos,

las uniones entre tubos serán de en chufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.

Tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa. Conforme al CTE DB HS 4, apartado 6.3.1:

Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ión cloruro superiores a 250 mg/l. Para los tubos de acero galvanizado las condiciones límites del agua a transportar, a partir de las cuales será preciso un tratamiento serán las de la tabla 6.1. Para las tuberías de acero inoxidable las calidades del mismo se seleccionarán en función del contenido de cloruros disueltos en el agua. Cuando éstos no sobrepasen los 200 mg/l se puede utilizar el AISI- 304. Para concentraciones superiores es preciso utilizar el AISI-316.

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 6.3.2:

Se impedirá el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor. Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable. En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para impedir contactos inconvenientes entre distintos materiales. Para los tramos de las derivaciones interiores, los conductos no deberán quedar sujetos a la obra con elementos rígidos (morteros, yesos). Si se utilizara tubería de gres (debido a existencia de aguas residuales muy agresivas), la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto. La derivación o manguetón del inodoro que atraviese un paramento o forjado, no se sujetará con mortero, sino a través de pasatubos, o sellando el intersticio entre obra y conducto con material elástico. Cualquier paso de tramos de la red a través de elementos estructurales dejará una holgura a rellenar con material elástico. Válvulas de desagüe: en su montaje se evitará la manipulación de las mismas, quedando prohibida unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador. Se deberán proteger las tuberías de fundición enterradas en terrenos particularmente agresivos. Se podrá impedir la acción de este tipo de terrenos mediante la aportación de tierras químicamente neutras o de reacción básica (por adición de cal), empleando tubos con revestimientos especiales y empleando protecciones exteriores mediante fundas de film de polietileno. En éste último caso, se utilizará tubo de PE de 0,2 mm de espesor y de diámetro superior al tubo de fundición. Como complemento, se utilizará alambre de acero con recubrimiento plastificado y tiras adhesivas de film de PE de unos 50 mm de ancho.

En redes de pequeña evacuación para tuberías empotradas se aislarán para impedir corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros. Si se utilizara tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto.

#### 2.17.2.12. Verificaciones y pruebas de servicio

Toda la documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente.

### 2.17.3. INSTALACIONES COMPLETAS ABASTECIMIENTO Y EVACUACIÓN

#### 2.17.3.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

La red de evacuación de agua estará formada por los siguientes elementos:

- Válvulas de desagüe. Las rejillas de todas las válvulas serán de latón cromado o de acero inoxidable, excepto en fregaderos en los que serán precisamente de acero inoxidable.
- Cierres hidráulicos, como: sifones individuales, botes sifónicos, sumideros sifónicos, arquetas sifónicas.
- Redes de pequeña evacuación.
- Calderetas o cazoletas y sumideros.
- Bajantes y canalones.
- Colectores, los cuales podrán ser colgados o enterrados.
- Los elementos de conexión.
  - Arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable. Los tipos de arquetas pueden ser: a pie de bajante, de paso, de registro y de trasdós. Separador de grasas.
- Subsistemas de ventilación. Ventilación primaria.
  - Ventilación secundaria. Ventilación terciaria.
  - Ventilación con válvulas de aireación-ventilación.
- Elementos especiales.
  - Válvulas antirretorno de seguridad. Sistema de bombeo y elevación.
- Depuración. Fosa séptica.
  - Fosa de decantación-digestión.
- **Características de los materiales para la instalación:**
  - Impermeabilidad total a líquidos y gases. Suficiente resistencia a las cargas externas.
  - Resistencia a la fuerte agresividad de las aguas a evacuar. Flexibilidad para poder absorber sus movimientos.
  - Resistencia a la abrasión. Resistencia a la corrosión. Lisura interior.

- Absorción de ruidos, producidos y transmitidos.

Las bombas tendrán un diseño que garantice una protección adecuada contra las materias sólidas en suspensión en el agua. Deberán ser de regulación automática, que no se obstruyan fácilmente, y siempre que sea posible se someterán las aguas negras a un tratamiento previo antes de bombearlas.

Estos sistemas deberán estar dotados de una tubería de ventilación capaz de descargar adecuadamente el aire del depósito de recepción. El material utilizado en la construcción de las fosas sépticas deberá ser impermeable y resistente a la corrosión.

Se deberá comprobar la documentación de suministro y asegurarse que lo suministrado corresponde con los materiales del proyecto, a las órdenes de la Dirección Facultativa y que cumplen la normativa que le sea de aplicación: Accesorios de desagüe: defectos superficiales. Diámetro del desagüe. Diámetro exterior de la brida. Tipo. Estanquidad. Marca del fabricante. Norma a la que se ajusta. Desagües sin presión hidrostática: estanquidad al agua: sin fuga. Estanquidad al aire: sin fuga. Ciclo de temperatura elevada: sin fuga antes y después del ensayo. Marca del fabricante. Diámetro nominal. Espesor de pared mínimo. Material. Código del área de aplicación. Año de fabricación. Comportamiento funcional en clima frío.

Se rechazarán las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte, que presentaren defectos o que no cumplan las especificaciones de proyecto.

#### **2.17.3.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Los materiales se almacenarán en lugar protegido de agentes meteorológicos, libre de humedad, alejado de peligros de impacto. Se evitará el contacto con el terreno. Se seguirán las instrucciones del fabricante y se mantendrán en sus embalajes originales.

#### **2.17.3.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.17.3.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

Ejecución

Las válvulas de desagüe y su interconexión, se efectuará con conexiones mediante juntas mecánicas con tuerca y junta tórica, se prohíbe la unión mediante masilla. No se utilizará líquido soldador cuando el tubo sea de polipropileno.

Los sifones individuales se instalarán lo más cerca posible de la válvula de descarga del aparato sanitario o en el mismo aparato sanitario. Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos, y siempre desde el propio local en que se encuentren instalados. Los cierres hidráulicos no quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc., que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento. Cuando el manguetón del inodoro sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

Los botes sifónicos serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua, y quedarán enrasados con el pavimento. A botes sifónicos que recojan desagües de urinarios no se podrán conectar desagües procedentes de ningún otro tipo de aparato sanitario. La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 2 cm y el tubo de salida como mínimo a 5 cm, formando así un cierre hidráulico. La conexión del tubo de salida a la bajante no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para impedir la pérdida del sello hidráulico.

La caldereta se instalará en paralelo con la bajante, para poder garantizar el funcionamiento de la columna de ventilación, tanto en las bajantes mixtas como en las bajantes de pluviales. El sumidero sifónico tendrá un diámetro superior a 1,5 veces el diámetro de la bajante a la que desagua y se dispondrá a una distancia de la bajante inferior o igual a 5 m, garantizándose que en ningún punto de la cubierta se supera una altura de 15 cm de hormigón de pendiente.

Canalones: Generalmente y salvo las siguientes especificaciones, se dispondrán con una pendiente mínima de 0,5%, hacia el exterior. Ejecución según el material:

Canalones de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las que se sujetará la chapa, se deberá ajustar a la forma de la misma y serán de pletina de acero galvanizado. Se colocarán estos elementos de sujeción a una distancia máxima de 50 cm e irá remetido al menos 1,5 cm de la línea de tejas del alero.

Canalones de plástico, se puede establecer una pendiente mínima de 0,16%. En estos canalones se unirán los diferentes perfiles con manguito de unión con junta de goma. La separación máxima entre ganchos de sujeción no excederá de 1 m, dejando espacio para las bajantes y uniones, aunque en zonas de nieve dicha distancia se reducirá a 70 cm. Todos sus accesorios deberán llevar una zona de dilatación de al menos 1 cm. La conexión de canalones al colector general de la red vertical aneja, en su caso, se hará a través de sumidero sifónico.

Bajantes: deberán quedar aplomadas y fijadas a la obra, mediante abrazaderas de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas deberá ser de 15 veces el diámetro. Presentarán un espesor mínimo de 12 mm, con elementos de agarre al menos entre forjados. Se mantendrán separadas de los paramentos. Cuando se trate de edificios de más de 10 plantas, se deberá interrumpir la verticalidad de la bajante con el fin de disminuir el posible impacto de caída, esta desviación deberá preverse con piezas especiales o escudos de protección de la bajante y el

ángulo de la desviación con la vertical deberá ser superior a 60°, para impedir posibles atascos. El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados in situ. Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones. Se impedirán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se impedirá el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva. Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 70 cm para tubos de diámetro no superior a 5 cm y cada 50 cm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a paramentos verticales, estos tendrán un espesor mínimo de 9 cm. Las abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada. Para tuberías empotradas se aislarán para impedir corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros. Si se utilizaran tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto. Los pasos a través de forjados, o de cualquier elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 1 cm, que se retacará con masilla asfáltica o material elástico.

Unión de la bajante a la arqueta: se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca. Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga, se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de este, para evitar que funcione como ménsula.

Si las arquetas son fabricadas in situ, podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, se apoyarán sobre una solera de hormigón de 10 cm de espesor y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10 cm. La tapa será hermética con junta de goma para impedir el paso de olores y gases. Los encuentros de las paredes laterales se deberán realizar a media caña, para impedir el depósito de materias sólidas en las esquinas. Igualmente, se conducirán las aguas entre la entrada y la salida mediante medias cañas realizadas sobre cama de hormigón formando pendiente.

Ventilaciones primarias: irán provistas del correspondiente accesorio estándar que garantice la estanquidad permanente del remate entre impermeabilizante y tubería. En las bajantes mixtas o residuales, que vayan dotadas de columna de ventilación paralela, ésta se montará lo más próxima posible a la bajante; para la interconexión entre ambas se utilizarán accesorios estándar del mismo material de la bajante, que garanticen la absorción de las distintas dilataciones que se produzcan en las dos conducciones, bajante y ventilación. Dicha interconexión se realizará, en cualquier caso, en el sentido inverso al del flujo de las aguas, para evitar que éstas penetren en la columna de ventilación. Los pasos a través de forjados se harán en idénticas condiciones que para las bajantes. La ventilación terciaria se conectará a una distancia del cierre hidráulico entre 2 y 20 veces el diámetro de la tubería. Se realizará en sentido ascendente o en todo caso horizontal por una de las paredes del local húmedo. Las válvulas de aireación se montarán entre el último y el penúltimo aparato, y por encima, de 1 a 2 m, del nivel del flujo de los aparatos. Se colocarán en un lugar con ventilación y accesible. La unión podrá ser por presión con junta de caucho o sellada con silicona. El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia igual o mayor que 1 m a ambos lados.

Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería. En los cambios de dirección se situarán codos de 45°, con registro roscado.

La separación entre abrazaderas será función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:

- En tubos de PVC y para todos los diámetros, 3 cm.
- En tubos de fundición, y para todos los diámetros, 3 mm.

Aunque se deberá verificar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,50 m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de esta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red. Cuando la generatriz superior del tubo quede a más de 25 cm del forjado que la sustenta, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se harán mediante silletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados al forjado en ambos sentidos, (aguas arriba y aguas abajo), del eje de la conducción, para impedir el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte. En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación precisos. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 m. La tubería principal se prolongará 30 cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones. Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contratubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las bajantes.

En la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se tendrá en cuenta la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

Para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.

Para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa.

Se tomarán las medidas adecuadas cuando exista la posibilidad de invasión de la red por raíces de las plantaciones inmediatas a ésta, como por ejemplo colocar mallas de geotextil. Los tubos se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular (arena/grava) o tierra exenta de piedras (grueso mínimo de 10 + diámetro exterior/ 10 cm). Cuando se trate de terrenos poco consistentes, la base será un lecho de hormigón de 15 cm en toda su longitud y sobre él se extenderá el lecho de material granular. Se compactarán los laterales y se dejarán al descubierto las uniones hasta haberse realizado las pruebas de estanquidad. El relleno se realizará por capas de 10 cm, compactando,

hasta 30 cm del nivel superior en que se realizará un último vertido y la compactación final.

**Tuberías de materiales plásticos:** el lecho de apoyo se interrumpirá reservando unos nichos en la zona donde irán situadas las juntas de unión. Una vez situada la tubería, se rellenarán los flancos para impedir que queden huecos y se compactarán los laterales hasta el nivel del plano horizontal que pasa por el eje del tubo. Se utilizará relleno que no contenga piedras o terrones de más de 3 cm de diámetro y tal que el material pulverulento, (diámetro inferior a 0,1 mm), no supere el 12%. Se proseguirá el relleno de los laterales hasta 15 cm por encima del nivel de la clave del tubo y se compactará nuevamente. La compactación de las capas sucesivas se realizará por capas no superiores a 30 cm y se utilizará material exento de piedras de diámetro superior a 1 cm.

**Depósito acumulador de aguas residuales:** a fin de evitar malos olores será de construcción estanca y contará con una tubería de ventilación con un diámetro igual a la mitad del de acometida y de al menos 8 cm. Será, de planta circular, preferiblemente, para impedir la acumulación de depósitos sólidos. Entre el nivel máximo del agua en el depósito y la generatriz inferior de la tubería de acometida, deberá quedar un mínimo de 10 cm. El fondo del tanque deberá tener una pendiente mínima del 25%. Cuando se utilicen bombas de tipo sumergible, se alojarán en una fosa para reducir la cantidad de agua que queda por debajo de la boca de aspiración.

Para controlar la marcha y parada de la bomba se utilizarán interruptores de nivel, instalados en los niveles alto y bajo respectivamente. Se instalará además un nivel de alarma por encima del nivel superior y otro de seguridad por debajo del nivel mínimo. Cuando exista riesgo de flotación de los equipos, éstos se fijarán a su alojamiento para impedir dicho riesgo.

**Fosa seca,** se construirá de tal manera que haya, al menos, 60 cm alrededor y por encima de las partes o componentes que puedan necesitar mantenimiento. Presentará ventilación adecuada, iluminación mínima de 200 lux y un sumidero de al menos 10 cm de diámetro.

Se dispondrán llaves de corte en la entrada del equipo, en la salida y después de la válvula de retención. No se realizará conexión alguna en la tubería de descarga del sistema. La tubería de descarga no se conectará a bajante de cualquier tipo. La conexión con el colector de desagüe se hará siempre por gravedad. En la tubería de descarga no se colocarán válvulas de aireación.

Todas las conexiones de las tuberías del sistema de bombeo y elevación estarán dotadas de los elementos precisos para la no transmisión de ruidos y vibraciones. El depósito de recepción que contenga residuos fecales no estará integrado en la estructura del edificio.

#### **2.17.3.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

Se procederá a localizar las canalizaciones existentes y se realizará un replanteo de la canalización a realizar, con el trazado de los niveles de la misma. Los soportes de la instalación de saneamiento según los diferentes tramos de la misma serán:

Zanjas realizadas en el terreno.

Paramentos verticales (espesor mínimo ½ pie). Forjados.

En los forjados se habrán dejado los huecos precisos para el paso de conducciones y bajantes, así como los pasatubos en los elementos, según lo especificado en proyecto.

#### **2.17.3.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

No serán admitidas desviaciones superiores al 10%, respecto a los valores de proyecto.

#### **2.17.3.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Una vez finalizada la instalación se informará a la Dirección Facultativa. El técnico emitirá los certificados y/o documentación de la instalación conforme a la Reglamentación vigente.

#### **2.17.3.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se revisará que se encuentren cerradas todas las conexiones de los desagües que vayan a conectarse a la red de alcantarillado y se tapanán todas las arquetas para impedir caídas de personas, materiales y objetos

No se utilizará la instalación para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.17.3.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

- Desagüe de aparatos:

- Sifones individuales en aparatos sanitarios y conexión a los aparatos.
- Botes sifónicos (en su caso). Conexión y tapa.
- Sifones registrables en desagües de aparatos de bombeo (lavadoras...)
- Pendientes de la red horizontal. Conexión a bajantes.
- Distancia máxima de inodoros a bajantes. Conexión del aparato a bajante.

- Sumideros:

- Replanteo. Nº de unidades. Tipo.

- Colocación. Impermeabilización, solapos.
  - Cierre hidráulico. Conexión. Rejilla.
- Bajantes:
- Material y diámetro especificados.
  - Existencia de pasatubos y sellado a través de forjados. Dos fijaciones mediante abrazaderas, por cada tubo. Protección en zona de posible impacto.
  - Remate de ventilación. Se prolonga por encima de la cubierta la longitud especificada.
  - La ventilación de bajantes no estará asociada a otros conductos de ventilación de locales (tipo Shunt).
- Red horizontal:
- Conducciones enterradas:
- Zanjas de saneamiento. Profundidad. Lecho de apoyo de tubos. Pendientes. Relleno. Tubos. Material y diámetro según especificaciones. Conexión de tubos y arquetas. Sellado. Pozo de registro y arquetas:
  - Disposición, material y dimensiones según especificaciones. Tapas de registro. Acabado interior. Conexiones a los tubos. Sellado.
- Conducciones suspendidas:
- Material y diámetro según especificaciones. Registros.
  - Sujeción con bridas o ganchos al forjado (cada 70 cm). Pendientes. Juntas estancas.
  - Pasatubos y sellado en el paso a través de muros.
- Red de desagües:
- Ventilación:
- Conducciones verticales:
- Disposición: tipos y secciones según especificaciones. Correcta colocación y unión entre piezas. Aplomado: se comprobará la verticalidad.
  - Sustentación: correcta sustentación de cada nivel de forjado. Sistema de apoyo. Aislamiento térmico: espesor especificado. Continuidad del aislamiento.
  - Aspirador estático: altura sobre cubierta. Distancia a otros elementos. Fijación. Arriostramiento, en su caso.

Conexiones individuales:

- Derivaciones: Correcta colocación de la rejilla. Correcta conexión con pieza especial de derivación.

No se admitirán falseos interrumpidos en los falsos techos o pasos de tuberías no selladas. De realizarse se pondrá especial cuidado en no interrumpirlos en todo su recorrido, desde el suelo hasta el forjado superior.

- Ensayos y pruebas

Se harán pruebas de estanquidad, atendiendo a lo especificado en el CTE DB HS 5, apartado 5.6.

#### **2.17.3.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

-Canalizaciones:

ml, incluso solera y anillado de juntas, relleno y compactado. Totalmente terminado.

-Conductos y guardacaños:

ml, incluso uniones, accesorios y ayudas de albañilería.

Tanto para la red horizontal como de la vertical, en el caso de colectores enterrados no se incluirá la excavación ni relleno de zanjas.

-Conductos de la instalación de ventilación:

ml, incluida la parte proporcional de piezas especiales, rejillas, capa de aislamiento a nivel de forjado, medida la longitud desde el arranque del conducto hasta la parte inferior del aspirador estático.

-Conductos de la instalación de ventilación de piezas prefabricadas:

ud.

-Canalizaciones y zanjas filtrantes:

ml, de igual sección totalmente colocadas y ejecutadas, respectivamente.

-Filtros de arena:

-m<sup>2</sup> con igual profundidad, totalmente terminado.

-Resto de elementos de la instalación (sumideros, desagües, arquetas, botes sifónicos, etc.):

ud, incluyendo todos los accesorios y conexiones precisos para su correcto funcionamiento. Totalmente colocada y comprobada.

#### **2.17.3.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

En los tramos de las derivaciones interiores, los conductos no se fijarán a la obra con elementos rígidos (morteros, yesos). Se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

Tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.

Tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa. Conforme al CTE DB HS 4, apartado 6.3.1:

Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ión cloruro superiores a 250 mg/l. Para los tubos de acero galvanizado las condiciones límites del agua a transportar, a partir de las cuales será preciso un tratamiento serán las de la tabla 6.1. Para las tuberías de acero inoxidable las calidades del mismo se seleccionarán en función del contenido de cloruros disueltos en el agua. Cuando éstos no sobrepasen los 200 mg/l se puede utilizar el AISI- 304. Para concentraciones superiores es preciso utilizar el AISI-316.

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 6.3.2:

Se impedirá el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor. Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable. En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para impedir contactos inconvenientes entre distintos materiales. Para los tramos de las derivaciones interiores, los conductos no deberán quedar sujetos a la obra con elementos rígidos (morteros, yesos). Si se utilizara tubería de gres (debido a existencia de aguas residuales muy agresivas), la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto. La derivación o manguetón del inodoro que atraviese un paramento o forjado, no se sujetará con mortero, sino a través de pasatubos, o sellando el intersticio entre obra y conducto con material elástico. Cualquier paso de tramos de la red a través de elementos estructurales dejará una holgura a rellenar con material elástico. Válvulas de desagüe: en su montaje se evitará la manipulación de las mismas, quedando prohibida unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador. Se deberán proteger las tuberías de fundición enterradas en terrenos particularmente agresivos. Se podrá impedir la acción de este tipo de terrenos mediante la aportación de tierras químicamente neutras o de reacción básica (por adición de cal), empleando tubos con revestimientos especiales y empleando protecciones exteriores mediante fundas de film de polietileno. En éste último caso, se utilizará tubo de PE de 0,2 mm de espesor y de diámetro superior al tubo de fundición. Como complemento, se utilizará alambre de acero con recubrimiento plastificado y tiras adhesivas de film de PE de unos 50 mm de ancho.

En redes de pequeña evacuación para tuberías empotradas se aislarán para impedir corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros. Si se utilizara tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto.

#### **2.17.3.12. Verificaciones y pruebas de servicio**

Toda la documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente.

## **2.18. APARATOS SANITARIOS**

### **2.18.1. APARATOS SANITARIOS**

#### **2.18.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Los rociadores de ducha manual deberán tener incorporado un dispositivo antirretorno.

En el caso de edificios en cuyo uso se prevea la concurrencia pública contarán con dispositivos de ahorro de agua en los grifos. Los dispositivos que pueden instalarse con este fin son: grifos con aireadores, grifería termostática, grifos con sensores infrarrojos, grifos con pulsador temporizador, fluxores y llaves de regulación antes de los puntos de consumo.

Las características de los aparatos sanitarios se verificarán con especificaciones de proyecto, y se verificará la falta de esmalte, inexistencia de manchas, bordes desportillados, ni otros defectos en las superficies lisas. Se verificará que el color sea uniforme y la textura lisa en toda su superficie. No se aceptarán las piezas con defecto.

Todos los aparatos sanitarios llevarán una llave de corte individual.

#### **2.18.1.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Con el fin de no dañar los aparatos sanitarios antes y durante el montaje, durante el almacenamiento, se protegerán o se mantendrá la protección.

#### **2.18.1.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.18.1.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

##### **Ejecución**

Se fijarán al soporte horizontal o vertical con las fijaciones suministradas por el fabricante, sellando dichas uniones con silicona neutra o pasta selladora, igual se hará con las juntas de unión con la grifería.

Los aparatos metálicos tendrán instalada la toma de tierra con cable de cobre desnudo, para la conexión equipotencial eléctrica.

Para asegurar la estanquidad de las válvulas de desagüe, se solaparán a los aparatos sanitarios interponiendo doble anillo de caucho o neopreno

En el caso de mecanismos de alimentación de cisternas que conlleven un tubo de vertido hasta la parte inferior del depósito, estos incorporarán un orificio antisifón u otro dispositivo eficaz antirretorno.

Conforme al CTE DB HS 4, la instalación deberá suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la tabla 2.1. En los aparatos sanitarios la llegada de agua se realizará de tal modo que no se produzcan retornos. En todos los aparatos que se alimentan directamente de la distribución de agua, tales como bañeras, lavabos, bidés, fregaderos, lavaderos, y en todos los recipientes, el nivel inferior de la llegada del agua deberá verter a 2 cm, por lo menos, por encima del borde superior del recipiente. En las zonas de pública concurrencia de los edificios, los grifos de los lavabos y las cisternas estarán dotados de dispositivos de ahorro de agua. Una vez montados los aparatos sanitarios, se montarán sus griferías y se conectarán con la instalación de fontanería y con la red de saneamiento.

#### **2.18.1.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

##### **Soportes:**

Paramento horizontal pavimentado, en el caso de inodoros, vertederos, bidés y lavabos con pie. El paramento vertical ya revestido: en ciertos bidés, lavabos e inodoros.

El propio mueble o meseta. Fregaderos y lavabos encastrados. El forjado limpio y nivelado: Bañeras y platos de ducha. Previo a la colocación de los aparatos sanitarios se preparará el soporte, y se ejecutarán las instalaciones de agua fría, de agua caliente y de saneamiento.

#### **2.18.1.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Horizontalidad en bañeras y duchas: 1 mm/ m.

Lavabos y fregaderos: nivel 1 cm y caída frontal respecto al plano horizontal  $\leq 5$  mm. Bidés, inodoros, y vertederos: nivel 1 cm y horizontalidad 2 mm.

#### **2.18.1.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Los aparatos sanitarios quedarán fijados solidariamente a sus elementos soporte y nivelados en ambas direcciones en la posición prevista y Quedará garantizada la estanquidad de las conexiones con el conducto de evacuación.

El nivel definitivo de la bañera será el correcto para el alicatado.

La holgura entre el revestimiento y la bañera se sellará con silicona neutra y no será superior a 1,5 mm. Los grifos quedarán ajustados mediante roscas (junta de aprieto).

#### **2.18.1.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Los aparatos sanitarios se precintarán evitando su utilización y protegiéndolos de materiales agresivos, impactos, humedad y suciedad. No se manejarán sobre ellos elementos duros y pesados que en su caída puedan hacer saltar el esmalte.

Los elementos no se someterán a cargas para las cuales no están diseñados, se tendrá especial atención a esta consideración en el caso de ir colgados en los paramentos. Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.18.1.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

##### **Control de ejecución**

Fijación y nivelación de los aparatos.

Verificar que cumple con especificaciones de proyecto.

Unión correcta entre el aparato sanitario y la grifería con junta de aprieto.

#### **2.18.1.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: ud de aparato sanitario, completamente terminada su instalación incluidas ayudas de albañilería y fijaciones, sin incluir grifería ni desagües.

#### **2.18.1.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**



Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Se evitará el contacto entre el posible material de fundición o planchas de acero de los aparatos sanitarios y el yeso.

## 2.18.2. APARATOS SANITARIOS C/GRIFERÍA Y CONJUNTOS

### 2.18.2.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Materiales constituyentes: tubos, armario o arqueta del contador general, marco y tapa, contador general, válvulas antirretorno, llaves de paso, filtro, depósito auxiliar de alimentación, grupo de presión, depósitos de presión, local de uso exclusivo para bombas, sistemas de tratamiento de agua, válvulas limitadoras de presión, batería de contadores, contadores divisionarios, colectores de impulsión y retorno, bombas de recirculación, aislantes térmicos, etc.

-Red de agua fría.

Filtro de la instalación general: el filtro deberá ser autolimpiable, de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50  $\mu$ m, con malla de acero inoxidable y baño de plata.

Sistemas de control y regulación de la presión:

Depósito de presión: dotado de un presostato con manómetro.

Grupos de presión. Deberán diseñarse para que pueda suministrar a zonas del edificio alimentables con presión de red, sin necesidad de la puesta en marcha del grupo. Las bombas del equipo de bombeo serán de iguales prestaciones.

-Sistemas de tratamiento de agua.

Realizados con materiales con las características adecuadas en cuanto a resistencia química, mecánica y microbiológica para cumplir con los requerimientos que deberán cumplir respecto al agua como al proceso de tratamiento.

-Instalaciones de agua caliente sanitaria (A.C.S.). Distribución (impulsión y retorno).

Se utilizarán coquillas resistentes a la temperatura de aplicación, para conseguir el aislamiento térmico de las tuberías: reducir pérdidas de calor, impedir condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones.

Todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

-**Tubos:** tipo de material. Diámetro, espesor y presión nominal. Serie o tipo de tubo y tipo de rosca o unión.

Marca del fabricante y año de fabricación. Norma UNE a la que responde. Quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo, dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua.

Para su uso en las instalaciones de agua de consumo humano, se consideran adecuados los siguientes tubos:

Los tubos de cobre, según Norma UNE-EN 1057:2007;

Los tubos de acero galvanizado, según Norma UNE-EN 10255:2005; Los tubos de fundición dúctil, según Norma UNE-EN 545:2011;

Los tubos de acero inoxidable, según Norma UNE-19049-1:1997;

Los tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según Norma UNE-EN ISO 1452-2:2010;

Los tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según Norma UNE-EN ISO 15877-2:2009 y UNE-EN ISO 15877-2:2009/A1:2011; Los tubos de polietileno (PE), según Normas UNE-EN 12201-2:2012+A1:2014;

Los tubos de polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE-EN ISO 15875:2004 y UNE-EN ISO 15875-2:2004/A1:2007; Los tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE 53 961 EX:2002.

Los tubos de polipropileno (PP) según Norma UNE-EN ISO 15874:2013; Los tubos de polibutileno (PB), según Norma UNE-EN ISO 15876:2004;

Los tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT), según Norma UNE 53960 EX:2002.

-**Griferías:** materiales. Defectos superficiales. Marca del fabricante o del importador sobre el cuerpo o sobre el órgano de maniobra. Grupo acústico y clase de caudal. UNE- EN 200:2008.

-**Contadores de agua:** deberán resistir las corrosiones y estarán fabricadas con materiales que posean resistencia y estabilidad adecuada al uso al que se destinan.

-Accesorios.

Grapa o abrazadera: será aislante eléctrico y de fácil montaje y desmontaje.

Todos los materiales utilizados en la instalación cumplirán las condiciones y requisitos expuestos a continuación:

- Ser resistentes a la corrosión interior.
- Ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.
- No deberán modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.
- Ser resistentes a temperaturas de hasta 40º C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato.
- Ser compatibles con el agua suministrada y no deberán favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.
- Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deberán disminuir la vida útil prevista de la instalación. Pudiéndose utilizar sistemas de protección, revestimientos, o sistemas de tratamiento de agua para cumplir las condiciones anteriores

**-Uniones de tubos:** de acero galvanizado o cincado, las roscas de los tubos serán del tipo cónico.

El ACS se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, impedir condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100171:1989 IN se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen. El cuerpo de la llave o válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico. Solamente pueden utilizarse válvulas de cierre por giro de 90º como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.

Deberá comprobarse la documentación de suministro y asegurarse que lo suministrado corresponde con los materiales del proyecto, a las órdenes de la Dirección Facultativa y que cumplen las normas UNE que sea de aplicación de acuerdo con el CTE.

Se rechazarán las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte, que presenten defectos o que no cumplan las especificaciones de proyecto. Así como los que no cumplan las características técnicas mínimas que deban reunir.

#### 2.18.2.2. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### 2.18.2.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

##### - Ejecución

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 5.1

La instalación de suministro de agua se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra. Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el anexo I del Real Decreto

##### - Ejecución de las redes de tuberías

Condiciones generales.

La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el proyecto sin da o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua de suministro respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación, así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación. Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo. Cuando discurran por conductos, estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado. El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deberán protegerse adecuadamente. La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daos por la formación de hielo en su interior. Las conducciones no deberán ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección Si fuese preciso, además del revestimiento de protección, se procederá a realizar una protección catódica, con ánodos de sacrificio y, si fuera el caso, con corriente impresa.

Uniones y juntas.

Las uniones de los tubos serán estancas. Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones. En las uniones de tubos de acero galvanizado o cincado las roscas de los tubos serán del tipo cónico, de acuerdo a la norma UNE 10 242:1995. Los tubos sólo pueden soldarse si la protección interior se puede restablecer o si puede aplicarse una nueva. Son admisibles las soldaduras fuertes, siempre que se sigan las instrucciones del fabricante. Los tubos no se podrán curvar salvo cuando se verifiquen los criterios de la norma UNE EN 10 240:1998. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante. Las uniones de tubos de

cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, blanda o fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas. Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Protección contra la corrosión.

Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección, instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.

Los revestimientos adecuados, cuando los tubos discurren enterrados o empotrados, según el material de los mismos, serán:

- a) Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.
- b) Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.
- c) Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con cincado con recubrimiento de cobertura.

Los tubos de acero galvanizado empotrados para transporte de agua fría se recubrirán con una lechada de cemento, y los que se utilicen para transporte de agua caliente deberán recubrirse preferentemente con una coquilla o envoltura aislante de un material que no absorba humedad y que permita las dilataciones y contracciones provocadas por las variaciones de temperatura.

Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente. En este caso, los tubos de acero podrán ser protegidos, además, con recubrimientos de cinc. Para los tubos de acero que discurren por cubiertas de hormigón se dispondrá de manera adicional a la envuelta del tubo de una lámina de retención de 1 m de ancho entre éstos y el hormigón.

Cuando los tubos discurren por canales de suelo, ha de garantizarse que estos son impermeables o bien que disponen de adecuada ventilación y drenaje.

En las redes metálicas enterradas, se instalará una junta dieléctrica después de la entrada al edificio y antes de la salida. Para la corrosión por el uso de materiales distintos se aplicará lo especificado en el apartado 6.3.2. Para la corrosión por elementos contenidos en el agua de suministro, además de lo reseñado, se instalarán los filtros especificados en el punto 6.3.1.

Protección contra las condensaciones.

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante, pero sí con capacidad de actuación como barrera antivapor, que evite los daños que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación. Dicho elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo en cualquier caso utilizarse el mismo para ambas protecciones. Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

Protecciones térmicas.

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas. Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE EN ISO 12 241:1999.

Protección contra esfuerzos mecánicos.

Cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubo sobresaldrá al menos 3 centímetros por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, este sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 centímetro. Cuando la red de tuberías atraviese, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico. La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no deberá sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de estos, no deberá sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no deberá descender por debajo del 50 % de la presión de servicio.

Protección contra ruidos.

Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el DB HR al respecto, se adoptarán las siguientes:

los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurren las conducciones estarán situados en zonas comunes;

a la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. Dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y al lugar de su instalación

Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades de 1,5 a 2,0 m/s serán antivibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

Grapas y abrazaderas.

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio. El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico. Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

Soportes.

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones. No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptará las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos. De igual forma que para las grapas y abrazaderas se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos. La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

#### - Ejecución de los sistemas de medición del consumo.

Contadores

Alojamiento del contador general. La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifón, provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio, si esta es capaz para absorber dicho caudal, y si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado. Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando esta se realice in situ, se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bru y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general. En cualquier caso, contará con la preinstalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador. Estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas fijas, taladros o rejillas, que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara. Irán provistas de cerradura y llave, para impedir la manipulación por personas no autorizadas, tanto del contador como de sus llaves.

Contadores individuales aislados.

Se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos en el apartado anterior en cuanto a sus condiciones de ejecución. En cualquier caso, este alojamiento dispondrá de desagüe capaz para el caudal máximo contenido en este tramo de la instalación, conectado, o bien a la red general de evacuación del edificio, o bien con una red independiente que recoja todos ellos y la conecte con dicha red general.

#### - Ejecución de los sistemas de control de la presión

Montaje del grupo de sobreelevación

Depósito auxiliar de alimentación.

En estos depósitos el agua de consumo humano podrá ser almacenada bajo las siguientes premisas:

el depósito habrá de estar fácilmente accesible y ser fácil de limpiar. Contará en cualquier caso con tapa y esta ha de estar asegurada contra deslizamiento y disponer en la zona ms alta de suficiente ventilación y aireación;

Habrà que asegurar todas las uniones con la atmósfera contra la entrada de animales e inmisiones nocivas con dispositivos eficaces tales como tamicas de trama densa para ventilación y aireación, sifón para el rebosado.

En cuanto a su construcción, será capaz de resistir las cargas previstas debidas al agua contenida más las debidas a la sobrepresión de la red si es el caso. Estarán, en todos los casos, provistos de un rebosadero, considerando las disposiciones contra retorno del agua especificadas en el punto 3.3. Se dispondrá, en la tubera de alimentación al depósito de uno o varios dispositivos de cierre para evitar que el nivel de llenado del mismo supere el m previsto. Dichos dispositivos serán válvulas pilotadas. En el caso de existir exceso de presión habrá de interponerse, antes de dichas válvulas, una que limite dicha presión con el fin de no producir el deterioro de las anteriores. La centralita de maniobra y control del equipo dispondrá de un hidronivel de protección para impedir el funcionamiento de las bombas con bajo nivel de agua. Se dispondrá de los mecanismos necesarios que permitan la fácil evacuación del agua contenida en el depósito, para facilitar su mantenimiento y limpieza. Así mismo, se construirán y conectarán de manera que el agua se renueve por su propio modo de funcionamiento evitando siempre la existencia de agua estancada.

Bombas.

Se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia al conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio. A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico, con el fin de impedir la transmisión de vibraciones a la red de tuberías. Igualmente, se dispondrán llaves de cierre, antes y después de cada bomba, de manera que se puedan desmontar sin interrupción del abastecimiento de agua. Se realizará siempre una adecuada nivelación. Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.

#### Depósito de presión.

Estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones m y mínima de servicio, haciendo las veces de interruptor, comandando la centralita de maniobra y control de las bombas, de tal manera que estas sólo funcionen en el momento en que disminuya la presión en el interior del depósito hasta los límites establecidos, provocando el corte de corriente, y por tanto la parada de los equipos de bombeo, cuando se alcance la presión máxima del aire contenido en el depósito. Los valores correspondientes de reglaje han de figurar de forma visible en el depósito. En equipos con varias bombas de funcionamiento en cascada, se instalarán tantos presostatos como bombas se desee hacer entrar en funcionamiento. Dichos presostatos, se tararán mediante un valor de presión diferencial para que las bombas entren en funcionamiento consecutivo para ahorrar energía. Cumplirán la reglamentación vigente sobre aparatos a presión y su construcción atenderá, en cualquier caso, al uso previsto. Dispondrán, en lugar visible, de una placa en la que figure la contrasede, certificación, las presiones máximas de trabajo y prueba, la fecha de timbrado, el espesor de la chapa y el volumen. El timbre de presión m de trabajo del depósito superará, al menos, en 1 bar, a la presión máxima prevista a la instalación. Dispondrá de una válvula de seguridad, situada en su parte superior, con una presión de apertura por encima de la presión nominal de trabajo e inferior o igual a la presión timbrada del depósito. Con objeto de evitar paradas y puestas en marcha demasiado frecuentes del equipo de bombeo, con el consiguiente gasto de energía, se dará un margen suficientemente amplio entre la presión máxima y la presión mínima en el interior del depósito, tal como figura en los puntos correspondientes a su cálculo. Si se instalaran varios depósitos, estos pueden disponerse tanto en línea como en derivación. Las conducciones de conexión se instalarán de manera que el aire comprimido no pueda llegar ni a la entrada al depósito ni a su salida a la red de distribución.

Funcionamiento alternativo del grupo de presión convencional. Se preverá una derivación alternativa (by-pass) que una el tubo de alimentación con el tubo de salida del grupo hacia la red interior de suministro, de manera que no se produzca una interrupción total del abastecimiento por la parada de éste y que se aproveche la presión de la red de distribución en aquellos momentos en que ésta sea suficiente para abastecer nuestra instalación. Esta derivación llevará incluidas una válvula de tres vías motorizada y una válvula antirretorno posterior a esta. La válvula de tres vías estará accionada automáticamente por un manómetro y su correspondiente presostato, en función de la presión de la red de suministro, dando paso al agua cuando esta tome valor suficiente de abastecimiento y cerrando el paso al grupo de presión de manera que éste sólo funcione cuando sea imprescindible. El accionamiento de la válvula también podrá ser manual para discriminar el sentido de circulación del agua en base a otras causas tales como avería, interrupción del suministro eléctrico, etc. Cuando en un edificio se produzca la circunstancia de tener que recurrir a un doble distribuidor principal para dar servicio a plantas con presión de red y servicio a plantas mediante grupo de presión podrá optarse por no duplicar dicho distribuidor y hacer funcionar la válvula de tres vías con presiones máxima y/o mínima para cada situación. Dadas las características de funcionamiento de los grupos de presión con accionamiento regulable, no será imprescindible, aunque sí aconsejable, la instalación de ningún tipo de circuito alternativo.

#### - Ejecución y montaje del reductor de presión.

Cuando existan baterías mezcladoras, se instalará una reducción de presión centralizada. Se instalarán libres de presiones y preferentemente con la caperuza de muelle dispuesta en vertical. Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión o un puente de presión diferencial. Para impedir reacciones sobre el reductor de presión deberá disponerse en su lado de salida como tramo de retardo con la misma medida nominal, un tramo de tubo de una longitud mínima de cinco veces el diámetro interior. Si en el lado de salida se encuentran partes de la instalación que por un cierre incompleto del reductor serán sobrecargadas con una presión no admisible, hay que instalar una válvula de seguridad. La presión de salida del reductor en estos casos ha de ajustarse como mínimo un 20 % por debajo de la presión de reacción de la válvula de seguridad. Si por razones de servicio se requiere un by-pass, se proveerá de un reductor de presión. Los reductores de presión se elegirán de acuerdo con sus correspondientes condiciones de servicio y se instalarán de manera que exista circulación por ambos.

#### - Montaje de los filtros.

El filtro ha de instalarse antes del primer llenado de la instalación y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. Deberán instalarse únicamente filtros adecuados. En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición para evitar la transferencia de materias sólidas de los tramos de conducción existentes. Para no tener que interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento, se recomienda la instalación de filtros retroenjuagables o de instalaciones paralelas. Hay que conectar una tubería con salida libre para la evacuación del agua del autolimpiado.

Instalación de aparatos dosificadores. Sólo deberán instalarse aparatos de dosificación conformes con la reglamentación vigente. Cuando se deba tratar toda el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de dosificación detrás de la instalación de contador y, en caso de existir, detrás del filtro y del reductor de presión. Si sólo ha de tratarse el agua potable para la producción de ACS, entonces se instala delante del grupo de válvulas en la alimentación de agua fría al generador de ACS.

#### - Montaje de los equipos de descalcificación.

La tubería para la evacuación del agua de enjuagado y regeneración deberá conectarse con salida libre. Cuando se deba tratar toda el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de descalcificación detrás de la instalación de contador, del filtro incorporado y delante de un aparato de dosificación eventualmente existente. Cuando sólo deba tratarse el agua potable para la producción de ACS, entonces se instalará delante del grupo de válvulas, en la alimentación de agua fría al generador de ACS. Cuando sea pertinente, se mezclará el agua descalcificada con agua dura para que obtenga la adecuada dureza de la misma.

Cuando se monte un sistema de tratamiento electrolítico del agua mediante nodos de aluminio, se instalará en el último

acumulador de ACS de la serie, como especifica la norma UNE 100 050:2000.

#### **2.18.2.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

La instalación podrá ser vista, registrable o estar empotrada y el soporte serán los paramentos tanto horizontales como verticales.

En el caso de instalaciones empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica, realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. De no ser posible, discurrirán por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo.

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación. Se deberá registrar la documentación: boletines, certificados y documentación adicional exigida por la Administración competente.

#### **2.18.2.5. Condiciones de terminación de unidades de obra**

La instalación se entregará terminada, conectada y comprobada.

#### **2.18.2.6. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Si las acometidas se encuentran paradas temporalmente o si no van a ser utilizadas inmediatamente tras su terminación, deberán cerrarse en la conducción de abastecimiento. Si no lo van a ser en un año, deberán ser taponadas.

Antes de la entrega de la obra se deberá proceder a la limpieza de filtros de grifos y de cualquier otro elemento que pueda resultar obstruido

Los materiales químicos utilizados en el proceso de tratamiento de agua deberán almacenarse en condiciones de seguridad en función de su naturaleza y su forma de utilización. Se dotará a la entrada al local donde se vayan a almacenar de un sistema para que el acceso sea restringido a las personas autorizadas para su manipulación. Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.18.2.7. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

##### **- Control de ejecución**

Instalación general del edificio.

La tubería de acometida atraviesa el muro por un orificio con pasatubos rejuntado e impermeabilizado. Llave de registro estará en el exterior del edificio. Llave de paso en el interior del edificio alojada en cámara impermeabilizada.

Contador general: colocación del contador, llaves y grifos; diámetro y recibido del manguito pasamuros. Situación del armario o cámara; Llave general: diámetro y recibido del manguito pasamuros; colocación de la llave.

Tubo de alimentación y grupo de presión: diámetro; a ser posible aéreo. Grupo de presión: marca y modelo especificado.

Depósito hidroneumático: estará homologado por el Ministerio de Industria.

Equipo de bombeo: marca, modelo, caudal, presión y potencia especificados. Llevará válvula de asiento a la salida del equipo y válvula de aislamiento en la aspiración. Fijación, que impida la transmisión de esfuerzos a la red y vibraciones.

Batería de contadores divisionarios: local o armario de alojamiento, impermeabilizado y con sumidero sifónico. Colocación del contador y llave de paso. Fijación del soporte; colocación de contadores y llaves. Separación de otras centralizaciones de contadores. Instalación particular del edificio.

Montantes:

Del material y diámetro especificados.

Discurren de forma paralela o normal a los elementos estructurales. Grifos para vaciado de columnas, cuando se hayan previsto.

Pasatubos en muros y forjados, con holgura suficiente.

En caso de instalación de antiarrietes, colocación en extremos de montantes y con llave de corte. Se comprobarán las separaciones entre elementos de apoyo o fijación.

Derivación particular:

Material y diámetros.

Llaves de paso en locales húmedos.

Canalizaciones a nivel superior de los puntos de consumo.

Distancia a una conducción o cuadro eléctrico mayor o igual a 30 cm. Tuberías de PVC, condiciones especiales para no evitar la dilatación.

Tuberías de cobre recibidas con grapas de latón. La unión con galvanizado mediante manguitos de latón. Tuberías de acero galvanizado empotradas, no estarán en contacto con yeso o mortero mixto.

Protecciones en el caso de ir empotradas.

Prohibición de utilizar las tuberías como puesta a tierra de aparatos eléctricos.

Grifería:

Verificación con especificaciones de proyecto. Colocación correcta con junta de aprieto.

Calentador individual de agua caliente y distribución de agua caliente:

Cumple las especificaciones de proyecto.

Termo eléctrico. Acumulador. Conexión mediante interruptor de corte bipolar.

Calentador de gas. Homologado por Industria. Distancias de protección. Conexión a conducto de evacuación de humos. Rejillas de ventilación, en su caso. Se respetan los volúmenes de prohibición y protección en cuartos de baño.

Llaves de paso en entrada y salida de agua de calentadores o termos. Ensayos y pruebas

**- Pruebas de las instalaciones interiores.**

Resistencia mecánica y estanquidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control. Una vez realizada la prueba anterior a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.

Instalaciones de ACS se harán las siguientes pruebas de funcionamiento:

Obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abierto el número de grifos estimados en la simultaneidad. Medición de caudal y temperatura en los puntos de agua.

Se comprobará el tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas.

Causas de rechazo:

Las medidas no se ajustan a lo especificado. Colocación y uniones defectuosas.

Prueba de funcionamiento: ensayados el 100% de grifos, fluxores y llaves de paso de la instalación, no se aceptará la instalación si se observa funcionamiento deficiente en: estanquidad del conjunto completo, aguas arriba y aguas abajo del obturador, apertura y cierre correctos, sujeción mecánica sin holguras, movimientos ni daños al elemento al que se sujeta.

Prueba de estanquidad: ensayados el 100% de conductos y accesorios, no se aceptará la instalación si no se estabiliza la presión a las dos horas de comenzada la prueba.

**2.18.2.8. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: Tuberías y aislamientos:

ml de longitud de igual dimensión y características, sin descontar los elementos intermedios como válvulas, accesorios, etc., todo ello completamente colocado e incluyendo la parte proporcional de accesorios, manguitos, soporte, etc. para tuberías, y la protección cuando exista para los aislamientos.

El resto de componentes de la instalación:

ud totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones precisos para su correcto funcionamiento.

**2.18.2.9. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 6.3.2.1, se impedirá el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.

No se colocarán tuberías de cobre antes que, de acero galvanizado, en el sentido de circulación del agua. Tampoco se permitirá la colocación de aparatos de producción de ACS de cobre colocados antes de canalizaciones en acero. Se autoriza el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.

En el caso de requisitos insalvables de la instalación, y excepcionalmente, se admitirá el uso de manguitos antielectrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado.

Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.

Se interpondrá un material plástico en las vainas pasamuros, para impedir contactos inconvenientes entre distintos materiales.

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.1, las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo

igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.

Igualmente se protegerá toda conducción exterior y al aire libre.

Las tuberías y accesorios concebidos como partes de un mismo sistema de instalación no se mezclarán con los de otros sistemas.

Los materiales no deberán presentar incompatibilidad electroquímica entre sí, en relación con su afectación al agua que suministre. El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

En ningún caso podrán utilizarse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

Quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo, dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua.

En el caso de tubos enterrados o empotrados sus revestimientos dependen del material de los mismos:

- Tubos de cobre: revestimiento de plástico.
- Tubos de acero: revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o de alquitrán de poliuretano.
- Tubos de fundición: cincado con recubrimiento de cobertura, láminas de poliuretano o revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, o betún.

#### **2.18.2.10. Verificaciones y pruebas de servicio**

Tanto en la instalación general del edificio como en las particulares:

- Prueba hidráulica de las conducciones:
- Prueba de presión.
- Prueba de estanquidad.

Además, en la instalación general del edificio:

- Grupo de presión: verificación del punto de tarado de los presostatos.
- Nivel de agua/ aire en el depósito.
- Lectura de presiones y verificaciones de caudales.
- Se comprobará el funcionamiento de válvulas.

Además, en las instalaciones particulares:

- Prueba de funcionamiento: simultaneidad de consumo. Caudal en el punto más alejado.

### **2.18.3. GRIFERÍA**

#### **2.18.3.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Materiales constituyentes: tubos, armario o arqueta del contador general, marco y tapa, contador general, válvulas antirretorno, llaves de paso, filtro, depósito auxiliar de alimentación, grupo de presión, depósitos de presión, local de uso exclusivo para bombas, sistemas de tratamiento de agua, válvulas limitadoras de presión, batería de contadores, contadores divisionarios, colectores de impulsión y retorno, bombas de recirculación, aislantes térmicos, etc.

-Red de agua fría.

Filtro de la instalación general: el filtro deberá ser autolimpiable, de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 µm, con malla de acero inoxidable y baño de plata.

Sistemas de control y regulación de la presión:

Depósito de presión: dotado de un presostato con manómetro.

Grupos de presión. Deberán diseñarse para que pueda suministrar a zonas del edificio alimentables con presión de red, sin necesidad de la puesta en marcha del grupo. Las bombas del equipo de bombeo serán de iguales prestaciones.

-Sistemas de tratamiento de agua.

Realizados con materiales con las características adecuadas en cuanto a resistencia química, mecánica y microbiológica para cumplir con los requerimientos que deberán cumplir respecto al agua como al proceso de tratamiento.

-Instalaciones de agua caliente sanitaria (A.C.S.). Distribución (impulsión y retorno).

Se utilizarán coquillas resistentes a la temperatura de aplicación, para conseguir el aislamiento térmico de las tuberías: reducir pérdidas de calor, impedir condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones.

Todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

**-Tubos:** tipo de material. Diámetro, espesor y presión nominal. Serie o tipo de tubo y tipo de rosca o unión.

Marca del fabricante y año de fabricación. Norma UNE a la que responde. Quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo, dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua.



Para su uso en las instalaciones de agua de consumo humano, se consideran adecuados los siguientes tubos:

Los tubos de cobre, según Norma UNE-EN 1057:2007;

Los tubos de acero galvanizado, según Norma UNE-EN 10255:2005; Los tubos de fundición dúctil, según Norma UNE-EN 545:2011;

Los tubos de acero inoxidable, según Norma UNE-19049-1:1997;

Los tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según Norma UNE-EN ISO 1452-2:2010;

Los tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según Norma UNE-EN ISO 15877-2:2009 y UNE-EN ISO 15877-2:2009/A1:2011; Los tubos de polietileno (PE), según Normas UNE-EN 12201-2:2012+A1:2014;

Los tubos de polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE-EN ISO 15875:2004 y UNE-EN ISO 15875-2:2004/A1:2007; Los tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE 53 961 EX:2002.

Los tubos de polipropileno (PP) según Norma UNE-EN ISO 15874:2013; Los tubos de polibutileno (PB), según Norma UNE-EN ISO 15876:2004;

Los tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT), según Norma UNE 53960 EX:2002.

**-Griferías:** materiales. Defectos superficiales. Marca del fabricante o del importador sobre el cuerpo o sobre el órgano de maniobra. Grupo acústico y clase de caudal. UNE- EN 200:2008.

**-Contadores de agua:** deberán resistir las corrosiones y estarán fabricadas con materiales que posean resistencia y estabilidad adecuada al uso al que se destinan.

-Accesorios.

Grapa o abrazadera: será aislante eléctrico y de fácil montaje y desmontaje.

Todos los materiales utilizados en la instalación cumplirán las condiciones y requisitos expuestos a continuación:

- Ser resistentes a la corrosión interior.
- Ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.
- No deberán modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.
- Ser resistentes a temperaturas de hasta 40º C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato.
- Ser compatibles con el agua suministrada y no deberán favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.
- Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deberán disminuir la vida útil prevista de la instalación. Pudiéndose utilizar sistemas de protección, revestimientos, o sistemas de tratamiento de agua para cumplir las condiciones anteriores

**-Uniones de tubos:** de acero galvanizado o cincado, las roscas de los tubos serán del tipo cónico.

El ACS se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, impedir condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100171:1989 IN se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen. El cuerpo de la llave o válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico. Solamente pueden utilizarse válvulas de cierre por giro de 90º como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.

Deberá comprobarse la documentación de suministro y asegurarse que lo suministrado corresponde con los materiales del proyecto, a las órdenes de la Dirección Facultativa y que cumplen la las normas UNE que sea de aplicación de acuerdo con el CTE.

Se rechazarán las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte, que presentaren defectos o que no cumplan las especificaciones de proyecto. Así como los que no cumplan las características técnicas mínimas que deban reunir.

### 2.18.3.2. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

### 2.18.3.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Ejecución

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 5.1

La instalación de suministro de agua se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra. Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el anexo I del Real Decreto

## - Ejecución de las redes de tuberías

Condiciones generales.

La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el proyecto sin da o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua de suministro respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación, así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación. Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo. Cuando discurran por conductos, estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado. El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deberán protegerse adecuadamente. La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daos por la formación de hielo en su interior. Las conducciones no deberán ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección. Si fuese preciso, además del revestimiento de protección, se procederá a realizar una protección catódica, con ánodos de sacrificio y, si fuera el caso, con corriente impresa.

Uniones y juntas.

Las uniones de los tubos serán estancas. Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones. En las uniones de tubos de acero galvanizado o cincado las roscas de los tubos serán del tipo cónico, de acuerdo a la norma UNE 10 242:1995. Los tubos sólo pueden soldarse si la protección interior se puede restablecer o si puede aplicarse una nueva. Son admisibles las soldaduras fuertes, siempre que se sigan las instrucciones del fabricante. Los tubos no se podrán curvar salvo cuando se verifiquen los criterios de la norma UNE EN 10 240:1998. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante. Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, blanda o fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas. Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Protección contra la corrosión.

Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección, instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.

Los revestimientos adecuados, cuando los tubos discurran enterrados o empotrados, según el material de los mismos, serán:

- a) Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.
- b) Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.
- c) Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con cincado con recubrimiento de cobertura.

Los tubos de acero galvanizado empotrados para transporte de agua fría se recubrirán con una lechada de cemento, y los que se utilicen para transporte de agua caliente deberán recubrirse preferentemente con una coquilla o envoltura aislante de un material que no absorba humedad y que permita las dilataciones y contracciones provocadas por las variaciones de temperatura.

Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente. En este caso, los tubos de acero podrán ser protegidos, además, con recubrimientos de cinc. Para los tubos de acero que discurran por cubiertas de hormigón se dispondrá de manera adicional a la envuelta del tubo de una lámina de retención de 1 m de ancho entre éstos y el hormigón.

Cuando los tubos discurran por canales de suelo, ha de garantizarse que estos son impermeables o bien que disponen de adecuada ventilación y drenaje.

En las redes metálicas enterradas, se instalará una junta dieléctrica después de la entrada al edificio y antes de la salida. Para la corrosión por el uso de materiales distintos se aplicará lo especificado en el apartado 6.3.2. Para la corrosión por elementos contenidos en el agua de suministro, además de lo reseñado, se instalarán los filtros especificados en el punto 6.3.1.

Protección contra las condensaciones.

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante, pero si con capacidad de actuación como barrera antivapor, que evite los daos que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación. Dicho elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo en cualquier caso utilizarse el mismo para ambas protecciones. Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

Protecciones térmicas.

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas. Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE EN ISO 12 241:1999.

Protección contra esfuerzos mecánicos.

Cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubo sobresaldrá al menos 3 centímetros por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, este sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 centímetro. Cuando la red de tuberías atraviese, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico. La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no deberá sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de estos, no deberá sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no deberá descender por debajo del 50 % de la presión de servicio.

Protección contra ruidos.

Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el DB HR al respecto, se adoptarán las siguientes:

los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones estarán situados en zonas comunes;

a la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. Dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y al lugar de su instalación

Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades de 1,5 a 2,0 m/s serán antivibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

Grapas y abrazaderas.

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio. El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico. Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

Soportes.

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones. No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos. De igual forma que para las grapas y abrazaderas se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos. La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

Ejecución de los sistemas de medición del consumo.

Contadores

Alojamiento del contador general. La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifón, provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio, si esta es capaz para absorber dicho caudal, y si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado. Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando esta se realice in situ, se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bru y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general. En cualquier caso, contará con la preinstalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador. Estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas fijas, taladros o rejillas, que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara. Irán provistas de cerradura y llave, para impedir la manipulación por personas no autorizadas, tanto del contador como de sus llaves.

Contadores individuales aislados.

Se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos en el apartado anterior en cuanto a sus condiciones de ejecución. En cualquier caso, este alojamiento dispondrá de desagüe capaz para el caudal máximo contenido en este tramo de la instalación, conectado, o bien a la red general de evacuación del edificio, o bien con una red independiente que recoja todos ellos y la conecte con dicha red general.

## Ejecución de los sistemas de control de la presión

### Montaje del grupo de sobreelevación

#### Depósito auxiliar de alimentación.

En estos depósitos el agua de consumo humano podrá ser almacenada bajo las siguientes premisas:

el depósito habrá de estar fácilmente accesible y ser fácil de limpiar. Contará en cualquier caso con tapa y esta ha de estar asegurada contra deslizamiento y disponer en la zona ms alta de suficiente ventilación y aireación;

Habrà que asegurar todas las uniones con la atmósfera contra la entrada de animales e inmisiones nocivas con dispositivos eficaces tales como tamices de trama densa para ventilación y aireación, sifón para el rebosado.

En cuanto a su construcción, será capaz de resistir las cargas previstas debidas al agua contenida más las debidas a la sobrepresión de la red si es el caso. Estarán, en todos los casos, provistos de un rebosadero, considerando las disposiciones contra retorno del agua especificadas en el punto 3.3. Se dispondrá, en la tubera de alimentación al depósito de uno o varios dispositivos de cierre para evitar que el nivel de llenado del mismo supere el m previsto. Dichos dispositivos serán válvulas pilotadas. En el caso de existir exceso de presión habrá de interponerse, antes de dichas válvulas, una que limite dicha presión con el fin de no producir el deterioro de las anteriores. La centralita de maniobra y control del equipo dispondrá de un hidronivel de protección para impedir el funcionamiento de las bombas con bajo nivel de agua. Se dispondrá de los mecanismos necesarios que permitan la fácil evacuación del agua contenida en el depósito, para facilitar su mantenimiento y limpieza. Así mismo, se construirán y conectarán de manera que el agua se renueve por su propio modo de funcionamiento evitando siempre la existencia de agua estancada.

#### Bombas.

Se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia al conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio. A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico, con el fin de impedir la transmisión de vibraciones a la red de tuberías. Igualmente, se dispondrán llaves de cierre, antes y después de cada bomba, de manera que se puedan desmontar sin interrupción del abastecimiento de agua. Se realizará siempre una adecuada nivelación. Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.

#### Depósito de presión.

Estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones m y mínima de servicio, haciendo las veces de interruptor, comandando la centralita de maniobra y control de las bombas, de tal manera que estas sólo funcionen en el momento en que disminuya la presión en el interior del depósito hasta los límites establecidos, provocando el corte de corriente, y por tanto la parada de los equipos de bombeo, cuando se alcance la presión máxima del aire contenido en el depósito. Los valores correspondientes de reglaje han de figurar de forma visible en el depósito. En equipos con varias bombas de funcionamiento en cascada, se instalarán tantos presostatos como bombas se desee hacer entrar en funcionamiento. Dichos presostatos, se tararán mediante un valor de presión diferencial para que las bombas entren en funcionamiento consecutivo para ahorrar energía Cumplirán la reglamentación vigente sobre aparatos a presión y su construcción atenderá, en cualquier caso, al uso previsto. Dispondrán, en lugar visible, de una placa en la que figure la contrasede, certificación, las presiones máximas de trabajo y prueba, la fecha de timbrado, el espesor de la chapa y el volumen. El timbre de presión m de trabajo del depósito superará, al menos, en 1 bar, a la presión máxima prevista a la instalación. Dispondrá de una válvula de seguridad, situada en su parte superior, con una presión de apertura por encima de la presión nominal de trabajo e inferior o igual a la preside timbrado del depósito Con objeto de evitar paradas y puestas en marcha demasiado frecuentes del equipo de bombeo, con el consiguiente gasto de energía, se dará un margen suficientemente amplio entre la presión máxima y la presión mínima en el interior del depósito, tal como figura en los puntos correspondientes a su cálculo. Si se instalaran varios depósitos, estos pueden disponerse tanto en línea como en derivación. Las conducciones de conexión se instalarán de manera que el aire comprimido no pueda llegar ni a la entrada al depósito ni a su salida a la red de distribución.

Funcionamiento alternativo del grupo de presión convencional. Se preverá una derivación alternativa (by-pass) que una el tubo de alimentación con el tubo de salida del grupo hacia la red interior de suministro, de manera que no se produzca una interrupción total del abastecimiento por la parada de éste y que se aproveche la presión de la red de distribución en aquellos momentos en que ésta sea suficiente para abastecer nuestra instalación. Esta derivación llevará incluidas una válvula de tres vías motorizada y una válvula antirretorno posterior a esta. La válvula de tres vías estará accionada automáticamente por un manómetro y su correspondiente presostato, en función de la presión de la red de suministro, dando paso al agua cuando esta tome valor suficiente de abastecimiento y cerrando el paso al grupo de presi de manera que éste sólo funcione cuando sea imprescindible. El accionamiento de la válvula también podrá ser manual para discriminar el sentido de circulación del agua en base a otras causas tales como avería, interrupción del suministro eléctrico, etc. Cuando en un edificio se produzca la circunstancia de tener que recurrir a un doble distribuidor principal para dar servicio a plantas con presión de red y servicio a plantas mediante grupo de presión podrá optarse por no duplicar dicho distribuidor y hacer funcionar la válvula de tres vías con presiones máxima y/o mínima para cada situación. Dadas las características de funcionamiento de los grupos de presión con accionamiento regulable, no será imprescindible, aunque sí aconsejable, la instalación de ningún tipo de circuito alternativo.

#### Ejecución y montaje del reductor de presión.

Cuando existan baterías mezcladoras, se instalará una reducción de presión centralizada. Se instalarán libres de presiones y preferentemente con la caperuza de muelle dispuesta en vertical. Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión o un puente de presión diferencial. Para impedir reacciones sobre el reductor de presión deberá disponerse en su lado de salida como tramo de retardo con la misma medida nominal, un tramo de tubo de una longitud mínima de cinco veces el diámetro interior. Si en el lado de salida se encuentran partes de la instalación que por un cierre incompleto del reductor serán sobrecargadas con una presión no admisible, hay que instalar una válvula de seguridad. La presión de salida del reductor en estos casos ha de ajustarse

como mínimo un 20 % por debajo de la presión de reacción de la válvula de seguridad. Si por razones de servicio se requiere un by-pass, se proveerá de un reductor de presión. Los reductores de presión se elegirán de acuerdo con sus correspondientes condiciones de servicio y se instalarán de manera que exista circulación por ambos.

Montaje de los filtros.

El filtro ha de instalarse antes del primer llenado de la instalación y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. Deberán instalarse únicamente filtros adecuados. En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición para evitar la transferencia de materias sólidas de los tramos de conducción existentes. Para no tener que interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento, se recomienda la instalación de filtros retroenjuagables o de instalaciones paralelas. Hay que conectar una tubería con salida libre para la evacuación del agua del autolimpiado.

Instalación de aparatos dosificadores. Sólo deberán instalarse aparatos de dosificación conformes con la reglamentación vigente. Cuando se deba tratar toda el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de dosificación detrás de la instalación de contador y, en caso de existir, detrás del filtro y del reductor de presión. Si sólo ha de tratarse el agua potable para la producción de ACS, entonces se instala delante del grupo de válvulas en la alimentación de agua fría al generador de ACS.

Montaje de los equipos de descalcificación.

La tubería para la evacuación del agua de enjuagado y regeneración deberá conectarse con salida libre. Cuando se deba tratar toda el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de descalcificación detrás de la instalación de contador, del filtro incorporado y delante de un aparato de dosificación eventualmente existente. Cuando sólo deba tratarse el agua potable para la producción de ACS, entonces se instalará delante del grupo de válvulas, en la alimentación de agua fría al generador de ACS. Cuando sea pertinente, se mezclará el agua descalcificada con agua dura para que obtenga la adecuada dureza de la misma.

Cuando se monte un sistema de tratamiento electrolítico del agua mediante nodos de aluminio, se instalará en el último acumulador de ACS de la serie, como especifica la norma UNE 100 050:2000.

#### **2.18.3.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

La instalación podrá ser vista, registrable o estar empotrada y el soporte serán los paramentos tanto horizontales como verticales.

En el caso de instalaciones empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica, realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. De no ser posible, discurrirán por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo.

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación. Se deberá registrar la documentación: boletines, certificados y documentación adicional exigida por la Administración competente.

#### **2.18.3.5. Condiciones de terminación de unidades de obra**

La instalación se entregará terminada, conectada y comprobada.

#### **2.18.3.6. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Si las acometidas se encuentran paradas temporalmente o si no van a ser utilizadas inmediatamente tras su terminación, deberán cerrarse en la conducción de abastecimiento. Si no lo van a ser en un año, deberán ser taponadas.

Antes de la entrega de la obra se deberá proceder a la limpieza de filtros de grifos y de cualquier otro elemento que pueda resultar obstruido.

Los materiales químicos utilizados en el proceso de tratamiento de agua deberán almacenarse en condiciones de seguridad en función de su naturaleza y su forma de utilización. Se dotará a la entrada al local donde se vayan a almacenar de un sistema para que el acceso sea restringido a las personas autorizadas para su manipulación. Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.18.3.7. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

- **Control de ejecución**
- **Instalación general del edificio.**

La tubería de acometida atraviesa el muro por un orificio con pasatubos rejuntado e impermeabilizado. Llave de registro estará en el exterior del edificio. Llave de paso en el interior del edificio alojada en cámara impermeabilizada.

Contador general: colocación del contador, llaves y grifos; diámetro y recibido del manguito pasamuros. Situación del armario o cámara; Llave general: diámetro y recibido del manguito pasamuros; colocación de la llave.

Tubo de alimentación y grupo de presión: diámetro; a ser posible aéreo. Grupo de presión: marca y modelo especificado.

Depósito hidroneumático: estará homologado por el Ministerio de Industria.

Equipo de bombeo: marca, modelo, caudal, presión y potencia especificados. Llevará válvula de asiento a la salida

del equipo y válvula de aislamiento en la aspiración. Fijación, que impida la transmisión de esfuerzos a la red y vibraciones.

**Batería de contadores divisionarios:** local o armario de alojamiento, impermeabilizado y con sumidero sifónico. Colocación del contador y llave de paso. Fijación del soporte; colocación de contadores y llaves. Separación de otras centralizaciones de contadores. Instalación particular del edificio.

Montantes:

Del material y diámetro especificados.

Discurren de forma paralela o normal a los elementos estructurales. Grifos para vaciado de columnas, cuando se hayan previsto.

Pasatubos en muros y forjados, con holgura suficiente.

En caso de instalación de antiarrietes, colocación en extremos de montantes y con llave de corte. Se comprobarán las separaciones entre elementos de apoyo o fijación.

Derivación particular:

Material y diámetros.

Llaves de paso en locales húmedos.

Canalizaciones a nivel superior de los puntos de consumo.

Distancia a una conducción o cuadro eléctrico mayor o igual a 30 cm. Tuberías de PVC, condiciones especiales para no evitar la dilatación.

Tuberías de cobre recibidas con grapas de latón. La unión con galvanizado mediante manguitos de latón. Tuberías de acero galvanizado empotradas, no estarán en contacto con yeso o mortero mixto.

Protecciones en el caso de ir empotradas.

Prohibición de utilizar las tuberías como puesta a tierra de aparatos eléctricos.

Grifería:

Verificación con especificaciones de proyecto. Colocación correcta con junta de aprieto.

Calentador individual de agua caliente y distribución de agua caliente:

Cumple las especificaciones de proyecto.

Termo eléctrico. Acumulador. Conexión mediante interruptor de corte bipolar.

Calentador de gas. Homologado por Industria. Distancias de protección. Conexión a conducto de evacuación de humos. Rejillas de ventilación, en su caso. Se respetan los volúmenes de prohibición y protección en cuartos de baño.

Llaves de paso en entrada y salida de agua de calentadores o termos. Ensayos y pruebas

#### - **Pruebas de las instalaciones interiores.**

Resistencia mecánica y estanquidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control. Una vez realizada la prueba anterior a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.

Instalaciones de ACS se harán las siguientes pruebas de funcionamiento:

Obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abierto el número de grifos estimados en la simultaneidad. Medición de caudal y temperatura en los puntos de agua.

Se comprobará el tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas.

Causas de rechazo:

Las medidas no se ajustan a lo especificado. Colocación y uniones defectuosas.

Prueba de funcionamiento: ensayados el 100% de grifos, fluxores y llaves de paso de la instalación, no se aceptará la instalación si se observa funcionamiento deficiente en: estanquidad del conjunto completo, aguas arriba y aguas abajo del obturador, apertura y cierre correctos, sujeción mecánica sin holguras, movimientos ni daños al elemento al que se sujeta.

Prueba de estanquidad: ensayados el 100% de conductos y accesorios, no se aceptará la instalación si no se estabiliza la presión a las dos horas de comenzada la prueba.

#### **2.18.3.8. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: Tuberías y aislamientos:

ml de longitud de igual dimensión y características, sin descontar los elementos intermedios como válvulas, accesorios, etc., todo ello completamente colocado e incluyendo la parte proporcional de accesorios, manguitos, soporte, etc. para tuberías, y la protección cuando exista para los aislamientos.

El resto de componentes de la instalación:

ud totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones precisos para su correcto funcionamiento.

### 2.18.3.9. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 6.3.2.1, se impedirá el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.

No se colocarán tuberías de cobre antes que, de acero galvanizado, en el sentido de circulación del agua. Tampoco se permitirá la colocación de aparatos de producción de ACS de cobre colocados antes de canalizaciones en acero. Se autoriza el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.

En el caso de requisitos insalvables de la instalación, y excepcionalmente, se admitirá el uso de manguitos antielectrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado.

Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.

Se interpondrá un material plástico en las vainas pasamuros, para impedir contactos inconvenientes entre distintos materiales.

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.1, las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.

Igualmente se protegerá toda conducción exterior y al aire libre.

Las tuberías y accesorios concebidos como partes de un mismo sistema de instalación no se mezclarán con los de otros sistemas.

Los materiales no deberán presentar incompatibilidad electroquímica entre sí, en relación con su afectación al agua que suministre. El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

En ningún caso podrán utilizarse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

Quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo, dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua.

En el caso de tubos enterrados o empotrados sus revestimientos dependen del material de los mismos:

- Tubos de cobre: revestimiento de plástico.
- Tubos de acero: revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o de alquitrán de poliuretano.
- Tubos de fundición: cincado con recubrimiento de cobertura, láminas de poliuretano o revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, o betún.

### 2.18.3.10. Verificaciones y pruebas de servicio

Tanto en la instalación general del edificio como en las particulares:

- Prueba hidráulica de las conducciones:
- Prueba de presión.
- Prueba de estanquidad.

Además, en la instalación general del edificio:

- Grupo de presión: verificación del punto de tarado de los presostatos.
- Nivel de agua/ aire en el depósito.
- Lectura de presiones y verificaciones de caudales.
- Se comprobará el funcionamiento de válvulas.

Además, en las instalaciones particulares:

- Prueba de funcionamiento: simultaneidad de consumo. Caudal en el punto más alejado.

## 2.18.4. LLAVES Y ACCESORIOS APARATOS

### 2.18.4.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Materiales constituyentes: tubos, armario o arqueta del contador general, marco y tapa, contador general, válvulas antirretorno, llaves de paso, filtro, depósito auxiliar de alimentación, grupo de presión, depósitos de presión, local de

uso exclusivo para bombas, sistemas de tratamiento de agua, válvulas limitadoras de presión, batería de contadores, contadores divisionarios, colectores de impulsión y retorno, bombas de recirculación, aislantes térmicos, etc.

-Red de agua fría.

Filtro de la instalación general: el filtro deberá ser autolimpiable, de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 µm, con malla de acero inoxidable y baño de plata.

Sistemas de control y regulación de la presión:

Depósito de presión: dotado de un presostato con manómetro.

Grupos de presión. Deberán diseñarse para que pueda suministrar a zonas del edificio alimentables con presión de red, sin necesidad de la puesta en marcha del grupo. Las bombas del equipo de bombeo serán de iguales prestaciones.

-Sistemas de tratamiento de agua.

Realizados con materiales con las características adecuadas en cuanto a resistencia química, mecánica y microbiológica para cumplir con los requerimientos que deberán cumplir respecto al agua como al proceso de tratamiento.

-Instalaciones de agua caliente sanitaria (A.C.S.). Distribución (impulsión y retorno).

Se utilizarán coquillas resistentes a la temperatura de aplicación, para conseguir el aislamiento térmico de las tuberías: reducir pérdidas de calor, impedir condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones.

Todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

**-Tubos:** tipo de material. Diámetro, espesor y presión nominal. Serie o tipo de tubo y tipo de rosca o unión.

Marca del fabricante y año de fabricación. Norma UNE a la que responde. Quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo, dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua.

Para su uso en las instalaciones de agua de consumo humano, se consideran adecuados los siguientes tubos:

Los tubos de cobre, según Norma UNE-EN 1057:2007;

Los tubos de acero galvanizado, según Norma UNE-EN 10255:2005; Los tubos de fundición dúctil, según Norma UNE-EN 545:2011;

Los tubos de acero inoxidable, según Norma UNE-19049-1:1997;

Los tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según Norma UNE-EN ISO 1452-2:2010;

Los tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según Norma UNE-EN ISO 15877-2:2009 y UNE-EN ISO 15877-2:2009/A1:2011; Los tubos de polietileno (PE), según Normas UNE-EN 12201-2:2012+A1:2014;

Los tubos de polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE-EN ISO 15875:2004 y UNE-EN ISO 15875-2:2004/A1:2007; Los tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE 53 961 EX:2002.

Los tubos de polipropileno (PP) según Norma UNE-EN ISO 15874:2013; Los tubos de polibutileno (PB), según Norma UNE-EN ISO 15876:2004;

Los tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT), según Norma UNE 53960 EX:2002.

**-Griferías:** materiales. Defectos superficiales. Marca del fabricante o del importador sobre el cuerpo o sobre el órgano de maniobra. Grupo acústico y clase de caudal. UNE- EN 200:2008.

**-Contadores de agua:** deberán resistir las corrosiones y estarán fabricadas con materiales que posean resistencia y estabilidad adecuada al uso al que se destinan.

-Accesorios.

Grapa o abrazadera: será aislante eléctrico y de fácil montaje y desmontaje.

Todos los materiales utilizados en la instalación cumplirán las condiciones y requisitos expuestos a continuación:

- Ser resistentes a la corrosión interior.
- Ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.
- No deberán modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.
- Ser resistentes a temperaturas de hasta 40° C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato.
- Ser compatibles con el agua suministrada y no deberán favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.
- Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deberán disminuir la vida útil prevista de la instalación. Pudiéndose utilizar sistemas de protección, revestimientos, o sistemas de tratamiento de agua para cumplir las condiciones anteriores

**-Uniones de tubos:** de acero galvanizado o cincado, las roscas de los tubos serán del tipo cónico.

El ACS se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, impedir condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.



Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100171:1989 IN se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen. El cuerpo de la llave o válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico. Solamente pueden utilizarse válvulas de cierre por giro de 90º como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.

Deberá comprobarse la documentación de suministro y asegurarse que lo suministrado corresponde con los materiales del proyecto, a las órdenes de la Dirección Facultativa y que cumplen las normas UNE que sea de aplicación de acuerdo con el CTE.

Se rechazarán las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte, que presentaren defectos o que no cumplan las especificaciones de proyecto. Así como los que no cumplan las características técnicas mínimas que deban reunir.

#### **2.18.4.2. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.18.4.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 5.1

La instalación de suministro de agua se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra. Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el anexo I del Real Decreto

Ejecución de las redes de tuberías

Condiciones generales.

La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el proyecto sin da o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua de suministro respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación, así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación. Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo. Cuando discurran por conductos, estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado. El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deberán protegerse adecuadamente. La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daos por la formación de hielo en su interior. Las conducciones no deberán ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección. Si fuese preciso, además del revestimiento de protección, se procederá a realizar una protección catódica, con ánodos de sacrificio y, si fuera el caso, con corriente impresa.

Uniones y juntas.

Las uniones de los tubos serán estancas. Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones. En las uniones de tubos de acero galvanizado o cincado las roscas de los tubos serán del tipo cónico, de acuerdo a la norma UNE 10 242:1995. Los tubos sólo pueden soldarse si la protección interior se puede restablecer o si puede aplicarse una nueva. Son admisibles las soldaduras fuertes, siempre que se sigan las instrucciones del fabricante. Los tubos no se podrán curvar salvo cuando se verifiquen los criterios de la norma UNE EN 10 240:1998. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante. Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, blanda o fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas. Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Protección contra la corrosión.

Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpen la protección, instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.

Los revestimientos adecuados, cuando los tubos discurran enterrados o empotrados, según el material de los mismos, serán:

- a) Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.

- b) Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.
- c) Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con cincado con recubrimiento de cobertura.

Los tubos de acero galvanizado empotrados para transporte de agua fría se recubrirán con una lechada de cemento, y los que se utilicen para transporte de agua caliente deberán recubrirse preferentemente con una coquilla o envoltura aislante de un material que no absorba humedad y que permita las dilataciones y contracciones provocadas por las variaciones de temperatura.

Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente. En este caso, los tubos de acero podrán ser protegidos, además, con recubrimientos de cinc. Para los tubos de acero que discurran por cubiertas de hormigón se dispondrá de manera adicional a la envuelta del tubo de una lámina de retención de 1 m de ancho entre éstos y el hormigón.

Cuando los tubos discurran por canales de suelo, ha de garantizarse que estos son impermeables o bien que disponen de adecuada ventilación y drenaje.

En las redes metálicas enterradas, se instalará una junta dieléctrica después de la entrada al edificio y antes de la salida. Para la corrosión por el uso de materiales distintos se aplicará lo especificado en el apartado 6.3.2. Para la corrosión por elementos contenidos en el agua de suministro, además de lo reseñado, se instalarán los filtros especificados en el punto 6.3.1.

Protección contra las condensaciones.

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante, pero si con capacidad de actuación como barrera antivapor, que evite los daos que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación. Dicho elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo en cualquier caso utilizarse el mismo para ambas protecciones. Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

Protecciones térmicas.

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas. Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE EN ISO 12 241:1999.

Protección contra esfuerzos mecánicos.

Cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda, también de sección circular, de mayor di y suficientemente resistente. Cuando en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubos sobresaldrá al menos 3 centímetros por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, este sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería m1 centímetro. Cuando la red de tuberías atraviere, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico. La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no deberá sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de estos, no deberá sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no deberá descender por debajo del 50 % de la preside servicio.

Protección contra ruidos.

Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el DB HR al respecto, se adoptarán las siguientes:

los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones estarán situados en zonas comunes;

a la salida de las bombas se instalar conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. Dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y al lugar de su instalación

Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades de 1,5 a 2,0 m/s serán antivibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

Grapas y abrazaderas.

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio. El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico. Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

Soportes.

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones. No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptar las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos. De igual forma que para las grapas y

abrazaderas se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos. La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

Ejecución de los sistemas de medición del consumo.

Contadores

Alojamiento del contador general. La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifón, provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio, si esta es capaz para absorber dicho caudal, y si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado. Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando esta se realice in situ, se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bru y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general. En cualquier caso, contará con la preinstalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador. Estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas fijas, taladros o rejillas, que permitan la necesaria ventilación de la cámara. Irán provistas de cerradura y llave, para impedir la manipulación por personas no autorizadas, tanto del contador como de sus llaves.

Contadores individuales aislados.

Se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos en el apartado anterior en cuanto a sus condiciones de ejecución. En cualquier caso, este alojamiento dispondrá de desagüe capaz para el caudal máximo contenido en este tramo de la instalación, conectado, o bien a la red general de evacuación del edificio, o bien con una red independiente que recoja todos ellos y la conecte con dicha red general.

Ejecución de los sistemas de control de la presión

Montaje del grupo de sobreelevación

Depósito auxiliar de alimentación.

En estos depósitos el agua de consumo humano podrá ser almacenada bajo las siguientes premisas:

el depósito habrá de estar fácilmente accesible y ser fácil de limpiar. Contará en cualquier caso con tapa y esta ha de estar asegurada contra deslizamiento y disponer en la zona ms alta de suficiente ventilación y aireación;

Habrà que asegurar todas las uniones con la atmósfera contra la entrada de animales e inmisiones nocivas con dispositivos eficaces tales como tamices de trama densa para ventilación y aireación, sifón para el rebosado.

En cuanto a su construcción, será capaz de resistir las cargas previstas debidas al agua contenida más las debidas a la sobrepresión de la red si es el caso. Estarán, en todos los casos, provistos de un rebosadero, considerando las disposiciones contra retorno del agua especificadas en el punto 3.3. Se dispondrá, en la tubera de alimentación al depósito de uno o varios dispositivos de cierre para evitar que el nivel de llenado del mismo supere el m previsto. Dichos dispositivos serán válvulas pilotadas. En el caso de existir exceso de presión habrá de interponerse, antes de dichas válvulas, una que limite dicha presión con el fin de no producir el deterioro de las anteriores. La centralita de maniobra y control del equipo dispondrá de un hidronivel de protección para impedir el funcionamiento de las bombas con bajo nivel de agua. Se dispondrá de los mecanismos necesarios que permitan la fácil evacuación del agua contenida en el depósito, para facilitar su mantenimiento y limpieza. Así mismo, se construirán y conectarán de manera que el agua se renueve por su propio modo de funcionamiento evitando siempre la existencia de agua estancada.

Bombas.

Se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia al conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio. A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico, con el fin de impedir la transmisión de vibraciones a la red de tuberías. Igualmente, se dispondrán llaves de cierre, antes y después de cada bomba, de manera que se puedan desmontar sin interrupción del abastecimiento de agua. Se realizará siempre una adecuada nivelación. Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.

Depósito de presión.

Estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones m y mínima de servicio, haciendo las veces de interruptor, comandando la centralita de maniobra y control de las bombas, de tal manera que estas sólo funcionen en el momento en que disminuya la presión en el interior del depósito hasta los límites establecidos, provocando el corte de corriente, y por tanto la parada de los equipos de bombeo, cuando se alcance la presión máxima del aire contenido en el depósito. Los valores correspondientes de reglaje han de figurar de forma visible en el depósito. En equipos con varias bombas de funcionamiento en cascada, se instalarán tantos presostatos como bombas se desee hacer entrar en funcionamiento. Dichos presostatos, se tararán mediante un valor de presión diferencial para que las bombas entren en funcionamiento consecutivo para ahorrar energía Cumplirán la reglamentación vigente sobre aparatos a presión y su construcción atenderá, en cualquier caso, al uso previsto. Dispondrán, en lugar visible, de una placa en la que figure la contrasede, certificación, las presiones máximas de trabajo y prueba, la fecha de timbrado, el espesor de la chapa y el volumen. El timbre de presión m de trabajo del depósito superará, al menos, en 1 bar, a la presión máxima prevista a la instalación. Dispondrá de una válvula de seguridad, situada en su parte superior, con una presión de apertura por encima de la presión nominal de trabajo e inferior o igual a la preside timbrado del depósito Con objeto de evitar paradas y puestas en marcha demasiado frecuentes del equipo de bombeo, con el consiguiente

gasto de energía, se dará un margen suficientemente amplio entre la presión máxima y la presión mínima en el interior del depósito, tal como figura en los puntos correspondientes a su cálculo. Si se instalaran varios depósitos, estos pueden disponerse tanto en línea como en derivación. Las conducciones de conexión se instalarán de manera que el aire comprimido no pueda llegar ni a la entrada al depósito ni a su salida a la red de distribución.

Funcionamiento alternativo del grupo de presión convencional. Se preverá una derivación alternativa (by-pass) que una el tubo de alimentación con el tubo de salida del grupo hacia la red interior de suministro, de manera que no se produzca una interrupción total del abastecimiento por la parada de éste y que se aproveche la presión de la red de distribución en aquellos momentos en que ésta sea suficiente para abastecer nuestra instalación. Esta derivación llevará incluidas una válvula de tres vías motorizada y una válvula antirretorno posterior a esta. La válvula de tres vías estará accionada automáticamente por un manómetro y su correspondiente presostato, en función de la presión de la red de suministro, dando paso al agua cuando esta tome valor suficiente de abastecimiento y cerrando el paso al grupo de presión de manera que éste sólo funcione cuando sea imprescindible. El accionamiento de la válvula también podrá ser manual para discriminar el sentido de circulación del agua en base a otras causas tales como avería, interrupción del suministro eléctrico, etc. Cuando en un edificio se produzca la circunstancia de tener que recurrir a un doble distribuidor principal para dar servicio a plantas con presión de red y servicio a plantas mediante grupo de presión podrá optarse por no duplicar dicho distribuidor y hacer funcionar la válvula de tres vías con presiones máxima y/o mínima para cada situación. Dadas las características de funcionamiento de los grupos de presión con accionamiento regulable, no será imprescindible, aunque sí aconsejable, la instalación de ningún tipo de circuito alternativo.

Ejecución y montaje del reductor de presión.

Cuando existan baterías mezcladoras, se instalará una reducción de presión centralizada. Se instalarán libres de presiones y preferentemente con la caperuza de muelle dispuesta en vertical. Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión o un puente de presión diferencial. Para impedir reacciones sobre el reductor de presión deberá disponerse en su lado de salida como tramo de retardo con la misma medida nominal, un tramo de tubo de una longitud mínima de cinco veces el diámetro interior. Si en el lado de salida se encuentran partes de la instalación que por un cierre incompleto del reductor serán sobrecargadas con una presión no admisible, hay que instalar una válvula de seguridad. La presión de salida del reductor en estos casos ha de ajustarse como mínimo un 20 % por debajo de la presión de reacción de la válvula de seguridad. Si por razones de servicio se requiere un by-pass, se proveerá de un reductor de presión. Los reductores de presión se elegirán de acuerdo con sus correspondientes condiciones de servicio y se instalarán de manera que exista circulación por ambos.

Montaje de los filtros.

El filtro ha de instalarse antes del primer llenado de la instalación y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. Deberán instalarse únicamente filtros adecuados. En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición para evitar la transferencia de materias sólidas de los tramos de conducción existentes. Para no tener que interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento, se recomienda la instalación de filtros retroenjuagables o de instalaciones paralelas. Hay que conectar una tubería con salida libre para la evacuación del agua del autolimpiado.

Instalación de aparatos dosificadores. Sólo deberán instalarse aparatos de dosificación conformes con la reglamentación vigente. Cuando se deba tratar toda el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de dosificación detrás de la instalación de contador y, en caso de existir, detrás del filtro y del reductor de presión. Si sólo ha de tratarse el agua potable para la producción de ACS, entonces se instala delante del grupo de válvulas en la alimentación de agua fría al generador de ACS.

Montaje de los equipos de descalcificación.

La tubería para la evacuación del agua de enjuagado y regeneración deberá conectarse con salida libre. Cuando se deba tratar toda el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de descalcificación detrás de la instalación de contador, del filtro incorporado y delante de un aparato de dosificación eventualmente existente. Cuando sólo deba tratarse el agua potable para la producción de ACS, entonces se instalará delante del grupo de válvulas, en la alimentación de agua fría al generador de ACS. Cuando sea pertinente, se mezclará el agua descalcificada con agua dura para que obtenga la adecuada dureza de la misma.

Cuando se monte un sistema de tratamiento electrolítico del agua mediante nodos de aluminio, se instalará en el último acumulador de ACS de la serie, como especifica la norma UNE 100 050:2000.

#### **2.18.4.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

La instalación podrá ser vista, registrable o estar empotrada y el soporte serán los paramentos tanto horizontales como verticales.

En el caso de instalaciones empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica, realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. De no ser posible, discurrirán por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo.

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación. Se deberá registrar la documentación: boletines, certificados y documentación adicional exigida por la Administración competente.

#### **2.18.4.5. Condiciones de terminación de unidades de obra**

La instalación se entregará terminada, conectada y comprobada.

#### 2.18.4.6. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra

Si las acometidas se encuentran paradas temporalmente o si no van a ser utilizadas inmediatamente tras su terminación, deberán cerrarse en la conducción de abastecimiento. Si no lo van a ser en un año, deberán ser taponadas.

Antes de la entrega de la obra se deberá proceder a la limpieza de filtros de grifos y de cualquier otro elemento que pueda resultar obstruido

Los materiales químicos utilizados en el proceso de tratamiento de agua deberán almacenarse en condiciones de seguridad en función de su naturaleza y su forma de utilización. Se dotará a la entrada al local donde se vayan a almacenar de un sistema para que el acceso sea restringido a las personas autorizadas para su manipulación. Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### 2.18.4.7. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra

##### - Control de ejecución Control de ejecución

##### - Instalación general del edificio.

La tubería de acometida atraviesa el muro por un orificio con pasatubos rejuntado e impermeabilizado. Llave de registro estará en el exterior del edificio. Llave de paso en el interior del edificio alojada en cámara impermeabilizada.

Contador general: colocación del contador, llaves y grifos; diámetro y recibido del manguito pasamuros. Situación del armario o cámara; Llave general: diámetro y recibido del manguito pasamuros; colocación de la llave.

Tubo de alimentación y grupo de presión: diámetro; a ser posible aéreo. Grupo de presión: marca y modelo especificado.

Depósito hidroneumático: estará homologado por el Ministerio de Industria.

Equipo de bombeo: marca, modelo, caudal, presión y potencia especificados. Llevará válvula de asiento a la salida del equipo y válvula de aislamiento en la aspiración. Fijación, que impida la transmisión de esfuerzos a la red y vibraciones.

Batería de contadores divisionarios: local o armario de alojamiento, impermeabilizado y con sumidero sifónico. Colocación del contador y llave de paso. Fijación del soporte; colocación de contadores y llaves. Separación de otras centralizaciones de contadores. Instalación particular del edificio.

Montantes:

Del material y diámetro especificados.

Discurren de forma paralela o normal a los elementos estructurales. Grifos para vaciado de columnas, cuando se hayan previsto.

Pasatubos en muros y forjados, con holgura suficiente.

En caso de instalación de antiarrietes, colocación en extremos de montantes y con llave de corte. Se comprobarán las separaciones entre elementos de apoyo o fijación.

Derivación particular:

Material y diámetros.

Llaves de paso en locales húmedos.

Canalizaciones a nivel superior de los puntos de consumo.

Distancia a una conducción o cuadro eléctrico mayor o igual a 30 cm. Tuberías de PVC, condiciones especiales para no evitar la dilatación.

Tuberías de cobre recibidas con grapas de latón. La unión con galvanizado mediante manguitos de latón. Tuberías de acero galvanizado empotradas, no estarán en contacto con yeso o mortero mixto.

Protecciones en el caso de ir empotradas.

Prohibición de utilizar las tuberías como puesta a tierra de aparatos eléctricos.

Grifería:

Verificación con especificaciones de proyecto. Colocación correcta con junta de aprieto.

Calentador individual de agua caliente y distribución de agua caliente:

Cumple las especificaciones de proyecto.

Termo eléctrico. Acumulador. Conexión mediante interruptor de corte bipolar.

Calentador de gas. Homologado por Industria. Distancias de protección. Conexión a conducto de evacuación de humos. Rejillas de ventilación, en su caso. Se respetan los volúmenes de prohibición y protección en cuartos de baño.

Llaves de paso en entrada y salida de agua de calentadores o termos. Ensayos y pruebas

##### - Pruebas de las instalaciones interiores.

Resistencia mecánica y estanquidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control. Una vez realizada la prueba anterior a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.

Instalaciones de ACS se harán las siguientes pruebas de funcionamiento:

Obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abierto el número de grifos estimados en la simultaneidad. Medición de caudal y temperatura en los puntos de agua.

Se comprobará el tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas.

Causas de rechazo:

Las medidas no se ajustan a lo especificado. Colocación y uniones defectuosas.

Prueba de funcionamiento: ensayados el 100% de grifos, fluxores y llaves de paso de la instalación, no se aceptará la instalación si se observa funcionamiento deficiente en: estanquidad del conjunto completo, aguas arriba y aguas abajo del obturador, apertura y cierre correctos, sujeción mecánica sin holguras, movimientos ni daños al elemento al que se sujeta.

Prueba de estanquidad: ensayados el 100% de conductos y accesorios, no se aceptará la instalación si no se estabiliza la presión a las dos horas de comenzada la prueba.

#### **2.18.4.8. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: Tuberías y aislamientos: ml de longitud de igual dimensión y características, sin descontar los elementos intermedios como válvulas, accesorios, etc., todo ello completamente colocado e incluyendo la parte proporcional de accesorios, manguitos, soporte, etc. para tuberías, y la protección cuando exista para los aislamientos.

El resto de componentes de la instalación:

    ud totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones precisos para su correcto funcionamiento.

#### **2.18.4.9. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 6.3.2.1, se impedirá el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.

No se colocarán tuberías de cobre antes que, de acero galvanizado, en el sentido de circulación del agua. Tampoco se permitirá la colocación de aparatos de producción de ACS de cobre colocados antes de canalizaciones en acero. Se autoriza el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.

En el caso de requisitos insalvables de la instalación, y excepcionalmente, se admitirá el uso de manguitos antielectrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado.

Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.

Se interpondrá un material plástico en las vainas pasamuros, para impedir contactos inconvenientes entre distintos materiales.

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.1, las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.

Igualmente se protegerá toda conducción exterior y al aire libre.

Las tuberías y accesorios concebidos como partes de un mismo sistema de instalación no se mezclarán con los de otros sistemas.

Los materiales no deberán presentar incompatibilidad electroquímica entre sí, en relación con su afectación al agua que suministre. El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

En ningún caso podrán utilizarse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

Quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo, dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua.

En el caso de tubos enterrados o empotrados sus revestimientos dependen del material de los mismos:

- Tubos de cobre: revestimiento de plástico.

- Tubos de acero: revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o de alquitrán de poliuretano.
- Tubos de fundición: cincado con recubrimiento de cobertura, láminas de poliuretano o revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, o betún.

#### **2.18.4.10. Verificaciones y pruebas de servicio**

Tanto en la instalación general del edificio como en las particulares:

- Prueba hidráulica de las conducciones:
- Prueba de presión.
- Prueba de estanquidad.

Además, en la instalación general del edificio:

- Grupo de presión: verificación del punto de tarado de los presostatos.
- Nivel de agua/ aire en el depósito.
- Lectura de presiones y verificaciones de caudales.
- Se comprobará el funcionamiento de válvulas.

Además, en las instalaciones particulares:

- Prueba de funcionamiento: simultaneidad de consumo. Caudal en el punto más alejado.

## **2.19. CALEFACCIÓN Y A.C.S.**

### **2.19.1. CALEFACCIÓN Y A.C.S.**

#### **2.19.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Los equipos y materiales que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, siempre que se haya establecido su entrada en vigor, de conformidad con la normativa vigente.

Se aceptarán las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea, en un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, o en Turquía, siempre que se reconozca por la Administración pública competente que se garantizan un nivel de seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente, equivalente a las normas aplicables en España.

Se aceptarán, para su instalación y uso en los edificios sujetos a este reglamento, los materiales procedentes de otros Estados miembros de la Unión Europea o de un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sean parte contratante del Espacio Económico Europeo, o de Turquía y que la certificación de conformidad de los equipos y materiales se haga de acuerdo con los reglamentos aplicables y con la legislación vigente, así como mediante los procedimientos establecidos en la normativa correspondiente.

Las calderas que se instalen cumplirán la I.T. 3.8 Limitación de temperaturas aprobada por Real Decreto 1826/2009.

#### **2.19.1.2. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

Los trabajos que lleve a cabo el instalador de climatización los coordinará con la empresa constructora y con los instaladores de otras especialidades, tales como electricidad, fontanería, etc., que puedan afectar a su instalación y al montaje final del equipo.

Se verificará que la situación, espacio y recorridos de todos los elementos integrantes en la instalación coinciden con los de proyecto, en caso de que no sea así se procederá a realizar su nueva ubicación o definición de acuerdo con el criterio de la Dirección Facultativa. Se deberá proceder al marcado por el instalador autorizado en presencia de la Dirección Facultativa de los diversos componentes de la instalación, procediendo a la colocación de la caldera, bombas y vaso de expansión cerrado.

Al replantear el recorrido de las tuberías, se tendrá especial precaución con los recorridos del resto de instalaciones. Se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Separación entre las tuberías de la instalación y tuberías vecinas: mínimo de 25 cm.
- Se deberá impedir la proximidad con cualquier conducto eléctrico.
- Previo a su instalación, las tuberías deberán reconocerse y limpiarse para eliminar los cuerpos extraños.

Se seguirán las especificaciones del fabricante en la colocación de las calderas y bombas de calor, se fijarán sólidamente en bancada o a paramento. Con el fin de que los tubos no produzcan esfuerzos en las conexiones con la caldera, estas irán roscadas o embridadas y selladas con cinta o junta de estanquidad. Se conectará al conducto de evacuación de humos y a la canalización del vaso de expansión si este es abierto. Se dejarán espacios libres alrededor de la caldera para facilitar las labores de limpieza y de mantenimiento

Los conductos de evacuación de humos se instalarán con módulos rectos de cilindros concéntricos con aislamiento intermedio, conectados entre sí con bridas de unión normalizadas.

Las tuberías y conductos se montarán y fijarán, bien vistas o empotradas en rozas que posteriormente se rellenarán con pasta de yeso. Las tuberías y conductos serán como mínimo del mismo diámetro que las bocas que les

correspondan, y en circuitos hidráulicos se harán sus uniones con acoplamientos elásticos. Si se interrumpiera el montaje se tapan los extremos abiertos.

Pruebas de recepción de redes de conductos de aire (IT 2.2.5) o con tres ejes perpendiculares entre sí. Presentarán un aspecto limpio y ordenado. Se deberá dejar un espacio mínimo de 3 cm para la posterior colocación del aislamiento térmico y para que puedan manipularse y sustituirse sin desmontar el resto. Los conductos para gases con condensados tendrán una pendiente de 0,5%, para poder evacuarlos.

Los accesorios para realizar las uniones, cambios de dirección y salidas irán unidos mediante soldadura, o roscados, asegurándose la estanquidad de las uniones mediante pintura de las roscas con minio o empleando estopas, pastas o cintas. De no especificarse, las reducciones de diámetro serán excéntricas y se colocarán enrasadas con las generatrices de los tubos a unir.

Las unidades terminales de consumo (radiadores, convectores, etc.), se fijarán sólidamente al paramento y se nivelarán, con todos sus elementos de control, maniobra, conexión, visibles y accesibles.

Se conectarán todos los elementos de la red de distribución de agua o aire, de la red de distribución de combustible, y de la de evacuación de humos, y montarán todos los elementos de control y demás accesorios.

Calefacción por suelo radiante:

Las tuberías se colocarán bajo el pavimento en forma de serpentín o caracol, con un paso entre tubos que no superará los 20 cm. Se realizará el corte de tubos para su unión o conexión de manera perpendicular al eje y eliminando rebabas, en el caso de accesorios de compresión se achaflanará la arista exterior. La distribución de agua se realizará a una temperatura de 40 a 50° C, alcanzando el suelo una temperatura media de 25-28° C, nunca mayor de 29° C.

#### **2.19.1.3. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

La instalación podrá ser vista o estar empotrada y el soporte serán los paramentos tanto horizontales como verticales.

Si la instalación es vista, las tuberías se fijarán con tacos y tornillos, con una separación máxima entre ellos de 2 m. Los tramos horizontales pasarán preferentemente cerca del forjado o pavimento.

Cuando se trate de instalación empotrada, en los tramos horizontales irá bajo el solado (suelo radiante), o suspendida en el forjado, evitando atravesar elementos estructurales. En los tramos verticales, irán alojados en rozas practicadas en los paramentos, que se ejecutarán preferentemente a máquina una vez guarnecido el tabique y tendrán una profundidad no mayor de 4 cm cuando sea ladrillo macizo y de 1 canuto para ladrillo hueco, siendo el ancho inferior a dos veces su profundidad. Se harán preferentemente en las tres hiladas superiores. De hacerse rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y premarcos será como mínimo de 20 cm. Las conducciones se fijarán a los paramentos o forjados mediante grapas, interponiendo entre estas y el tubo un anillo elástico.

Se utilizarán pasamuros en el caso de tener que atravesar obras de albañilería o elementos estructurales.

#### **2.19.1.4. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Cuando termine la ejecución, las redes de tuberías deberán ser limpiadas internamente previo a ejecutar las pruebas de servicio, eliminando el polvo, aceites y cualquier otro elemento extraño. Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con material detergente y dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito. Por último, se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

Cuando se trate de A.C.S. se medirá el PH del agua, repitiendo la operación de limpieza y enjuague hasta que este sea mayor de 7.5.

Cuando se trate de red de distribución de aire, una vez completado el montaje de la misma y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado, se pondrán en marcha los ventiladores hasta que el aire de salida de las aberturas no contenga polvo a simple vista.

#### **2.19.1.5. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Como se recoge en el RITE:

De acuerdo con su potencia térmica nominal y sus características técnicas, las instalaciones de calefacción se utilizarán y mantendrán de conformidad con los procedimientos que se establecen a continuación:

- Se mantendrán de acuerdo con un programa de mantenimiento preventivo que cumpla con lo establecido en IT 3.3
- Dispondrá de un programa de gestión energética, que cumplirá con IT. 3.4
- Dispondrá de instrucciones de seguridad actualizadas de acuerdo con IT. 3.5
- Se utilizará de acuerdo con las instrucciones de manejo y maniobra, según IT. 3.6
- Se utilizará de acuerdo con un programa de funcionamiento, según IT. 3.7

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.19.1.6. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

-Canalizaciones, colocación:

Diámetro distinto del especificado.



Puntos de fijación con tramos menores de 2 m.

Buscar que los elementos de fijación no se encuentren en contacto directo con el tubo, que no existan tramos de más de 30 m sin lira, y que sus dimensiones correspondan con las especificaciones de proyecto.

Verificar que las uniones tienen minio o elementos de estanquidad.

-En el calorifugado de las tuberías:

Existencia de pintura protectora.

Espesor de la coquilla se corresponde al del proyecto.

Distancia entre tubos y entre tubos y paramento es superior a 2 cm.

-Colocación de manguitos pasamuros:

Existencia del mismo y del relleno de masilla. Holgura superior a 1 cm.

-Calderas:

Instalación de la caldera. Uniones, fijaciones, conexiones y comprobación de la existencia de todos los accesorios de la misma.

-Colocación del vaso de expansión:

Fijación. Uniones roscadas con minio o elemento de estanquidad.

-Situación y colocación de la válvula de seguridad, grifo de macho, equipo de regulación exterior y ambiental, etc. Uniones roscadas o embreadas con elementos de estanquidad.

-Situación y colocación del radiador. Fijación al suelo o al paramento. Uniones. Existencia de purgador. **Ensayos y pruebas**

Recogidas en el RITE y en las Instrucciones Técnicas que se indican a continuación:

- Pruebas de estanquidad de redes de tuberías de agua (IT 2.2.2 del RITE).
- Pruebas de recepción de redes de conductos de aire (IT 2.2.5).
- Pruebas de estanquidad de los circuitos frigoríficos (IT 2.2.3).
- Pruebas de libre dilatación (IT 2.2.4).
- Pruebas de estanquidad de chimeneas (IT 2.2.6).
- Pruebas de ajuste y equilibrado, incluso del control automático (IT 2.3).
- Pruebas finales según UNE-EN12599:2014 (IT 2.2.7).
- Pruebas de eficiencia energética (IT 2.4).

#### 2.19.1.7. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: Las tuberías y conductos: ml de igual dimensión y características, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y calorifugados, colocados y probados. El resto de componentes de la instalación, como calderas, radiadores, termostatos, etc.:

ud totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones precisos para su correcto funcionamiento.

#### 2.19.1.8. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra

La evacuación de materiales de combustión de las instalaciones térmicas se producirá por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Entre los elementos de fijación y las tuberías se interpondrá un anillo elástico, y en ningún caso se soldarán al tubo.

Se impedirá utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace se aislarán eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvánicos, etc. (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado/cobre, etc.).

Se impedirán las instalaciones mixtas cobre/acero galvanizado.

No se utilizarán los conductos metálicos de la instalación como tomas de tierra.

Para la fijación de los tubos se impedirá la utilización de acero/mortero de cal (no muy recomendado) y de acero/yeso (incompatible). La instalación no atravesará conductos ni chimeneas.

### 2.19.2. AISLAMIENTO TUBERÍAS CALEFACCIÓN Y A.C.S.

**2.19.2.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Definición: Materiales para aislamiento térmico-acústico de edificios.

Tipos, Designación e Identificación:

Poliestireno:

Planchas rígidas moldeadas fabricadas por expansión de perlas expandibles de poliestireno.

UNE 92115:1997. Materiales aislantes térmicos utilizados en la edificación. Productos de poliestireno extruido (XPS). Especificaciones.

Planchas rígidas moldeadas fabricadas por un proceso continuo de extrusión del poliestireno.

UNE 92115:1997. Materiales aislantes térmicos utilizados en la edificación. Productos de poliestireno extruido (XPS). Especificaciones. Espuma de poliuretano:

Planchas rígidas de espuma de poliuretano de estructura homogénea moldeadas con espesor constante.

UNE-53351: 1978 EX Plásticos. Planchas de espuma rígidas de poliuretano, utilizadas como aislantes térmicos en habitáculos y en instalaciones isotérmicas y frigoríficas. Características y métodos de ensayo.

Fibra de vidrio:

Mantas o fieltros (fibra de vidrio aglomerada con o sin revestimiento y presentada en rollos). UNE-92102:1998 Materiales aislantes. Lana de vidrio. Definición, clasificación y características.

Paneles rígidos y semirrígidos (fibra de vidrio aglomerada con o sin revestimiento y presentada en paralelepípedos rectangulares). UNE-92102:1998 Materiales aislantes. Lana de vidrio. Definición, clasificación y características.

Coquillas (fibra de vidrio aglomerada presentada en forma de cilindros anulares).

UNE-92102:1998 Materiales aislantes. Lana de vidrio. Definición, clasificación y características.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Se verificarán que se corresponden con las especificadas en proyecto. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $\text{kg/m}^2$ . Los materiales utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por: la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en  $\text{kPa}\cdot\text{s/m}^2$ , obtenida según UNE-EN 29053, en materiales de relleno de las cámaras de los elementos constructivos de separación y el coeficiente de absorción acústica, al menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio  $m$ , en el caso de materiales utilizados como absorbentes acústicos. Si no se conoce el valor del coeficiente de absorción acústica medio  $m$ , podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado,  $w$ .

**2.19.2.2. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

Los materiales que vengan avalados por Sellos o Marcas de Calidad, deberán tener la garantía por parte del fabricante, del cumplimiento de los requisitos y características mínimas exigidas, por lo que podrá realizarse su recepción sin necesidad de efectuar las siguientes comprobaciones o ensayos.

- Se comprobarán los espesores y tipo del aislamiento térmico, fabricante, etc.
- Correcta colocación del aislante, según especificaciones de proyecto.
- Continuidad.
- Evitación de puentes térmicos.

Se realizarán ensayos de:

- Continuidad térmica de los diferentes espesores en que se comercializan si la resistencia correspondiente a tales espesores.
- Densidad aparente.
- Permeabilidad al vapor de agua teniendo en cuenta la lámina o barrera de vapor si la tuviera.
- Absorción de agua por volumen.
- Deformación frente a cargas (módulo de elasticidad.).
- Resistencia a flexión y compresión.
- Aislamiento acústico.
- Para fibras minerales: conductividad térmica.
- Para plásticos celulares: dimensiones, tolerancias y densidad aparente con carácter general según las normas UNE correspondientes. Cuando se empleen como aislamiento térmico de suelos y en el caso de cubiertas transitables, se determinará su resistencia a compresión y conductividad térmica según las normas UNE.

Los hormigones celulares espumosos requerirán SELLO-INCE indicando su densidad en seco. Para determinar la resistencia a compresión y la conductividad térmica se emplearán los ensayos correspondientes especificados en las normas ASTM e ISO correspondientes.

Estas características se determinarán cada 1.000 metros cuadrados de superficie o fracción, en coquillas cada 100 m o fracción y en hormigones celulares espumosos cada 500 metro cuadrado o fracción.

#### **2.19.2.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

Se seguirán las instrucciones indicadas por cada fabricante para la manipulación y colocación de los materiales. Los materiales deberán llegar a la obra embalados y protegidos.

Fases de ejecución

El aislamiento deberá cubrir toda la superficie a aislar y no presentará huecos, grietas, o descuelgues y tendrá un espesor uniforme.

Deberán quedar garantizadas la continuidad del aislamiento y la ausencia de puentes térmicos y/o acústicos, para ello se utilizarán las juntas o selladores y se seguirán las instrucciones del fabricante o especificaciones de proyecto.

En la colocación de coquillas se tendrá en cuenta:

- En tuberías y equipos situados a la intemperie, las juntas verticales se sellarán convenientemente.
- El aislamiento térmico de redes enterradas deberá protegerse de la humedad y de las corrientes de agua subterráneas o escorrentías.
- Las válvulas, bridas y accesorios se aislarán preferentemente con casquetes aislantes desmontables de varias piezas, con espacio suficiente para que al quitarlos se puedan desmontar aquellas.

#### **2.19.2.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

Estarán terminados los paramentos de aplicación.

El soporte deberá estar limpio, seco y exento de roturas, fisuras, resaltes u oquedades.

#### **2.19.2.5. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

En colocación horizontal en techos: Planeidad: 0,5 cm.

#### **2.19.2.6. Condiciones de terminación de unidades de obra**

El aislamiento irá protegido con los materiales necesarios para que no se deteriore con el paso del tiempo. El recubrimiento o protección del aislamiento se hará de tal manera que este quede firme y lo haga duradero.

#### **2.19.2.7. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

No se someterán a esfuerzos que no han sido previstos. No se colocarán elementos que perforen el aislamiento.

Los daños producidos por cualquier causa, se repararán inmediatamente.

En el caso de rotura o falta de eficacia, deberán ser sustituidos por otros del mismo tipo

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.19.2.8. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Deberá comprobarse la correcta colocación del aislamiento térmico, su continuidad y la inexistencia de puentes térmicos en capialzados, frentes de forjado y soportes, según las especificaciones de proyecto o director de obra.

Se comprobará la ventilación de la cámara de aire su la hubiera.

#### **2.19.2.9. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: m<sup>2</sup> metro cuadrado incluso parte proporcional de cortes, uniones, rastreles y colocación.

ml de coquilla, incluso parte proporcional de cortes, uniones y colocación.

#### **2.19.2.10. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Las espumas rígidas en contacto con la acción prolongada de las algunas radiaciones solares, conducen a la fragilidad de la estructura del material expandido.

Deberá utilizarse una capa separadora cuando puedan existir alteraciones de los paneles de aislamiento al instalar las membranas impermeabilizantes. Podrán ser fieltros de fibra de vidrio o de poliéster.

#### **2.19.2.11. Verificaciones y pruebas de servicio**

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

## **2.20. CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN**

### **2.20.1. CONTROL Y GESTIÓN CLIMATIZACIÓN**

#### **2.20.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Los equipos y materiales que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, siempre que se haya establecido su entrada en vigor, de conformidad con la normativa vigente.

Se aceptarán las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea, en un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, o en Turquía, siempre que se reconozca por la Administración pública competente que se garantizan un nivel de seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente, equivalente a las normas aplicables en España.

Se aceptarán, para su instalación y uso en los edificios sujetos a este reglamento, los materiales procedentes de otros Estados miembros de la Unión Europea o de un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sean parte contratante del Espacio Económico Europeo, o de Turquía y que la certificación de conformidad de los equipos y materiales se haga de acuerdo con los reglamentos aplicables y con la legislación vigente, así como mediante los procedimientos establecidos en la normativa correspondiente.

#### **2.20.1.2. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

La ejecución de las instalaciones se realizará por empresas instaladoras autorizadas. Los trabajos que lleve a cabo el instalador de climatización los coordinará con la empresa constructora y con los instaladores de otras especialidades, tales como electricidad, fontanería, etc., que puedan afectar a su instalación y al montaje final del equipo. La instalación se llevará a cabo con sujeción al proyecto o memoria técnica, según corresponda, y se deberá ajustar a la normativa vigente y a las normas de la buena práctica. Si la instalación requiere la realización de proyecto, la ejecución deberá hacerse supervisada por la Dirección Facultativa. Todo lo anterior es igualmente aplicable a las preinstalaciones, entendidas como instalaciones especificadas, pero no montadas parcial o totalmente.

Primero se replanteará el recorrido de las tuberías, teniendo especial precaución con los recorridos del resto de instalaciones. Se tendrá en cuenta las siguientes dimensiones:

- Separación entre las tuberías de la instalación y tuberías vecinas: mínimo de 25 cm.
- Distancia a cualquier conducto eléctrico: mínimo 30 cm.
- Las tuberías pasarán por debajo de los conductos eléctricos.

-Ejecución de las tuberías:

Tuberías de agua:

Las tuberías irán dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre sí. Presentarán un aspecto limpio y ordenado

En trazados horizontales, se colocarán próximas al techo o al suelo, dejando siempre espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico.

En trazados verticales se colocarán soportes fijados con tacos y tornillos. No se soldará el soporte al tubo y se interpondrá un anillo elástico entre la abrazadera del soporte y el tubo.

Los dispositivos de sujeción estarán situados de forma que aseguren la estabilidad y alineación de la tubería. Se utilizarán pasamuros en el caso de tener que atravesar obras de albañilería o elementos estructurales y el espacio que quede se llenará con material elástico. La tubería no atravesará chimeneas ni conductos. Se deberá poder manipular o sustituirse una tubería sin tener que desmontar el resto.

Las uniones, cambios de dirección y salidas de ramales se harán únicamente mediante accesorios soldados; en el caso de que sea preciso aplicar un elemento roscado, este no se roscará al tubo, utilizándose el correspondiente enlace de cono elástico a compresión.

La bomba se apoyará sobre bancada con elementos antivibratorios, y la tubería en la que va instalada dispondrá de acoplamiento elásticos para no transmitir ningún tipo de vibración ni esfuerzo radial o axial a la bomba.

Tanto la tubería de entrada, como de salida de agua, quedarán bien sujetas a la enfriadora, realizándose su unión con el circuito hidráulico con acoplamiento elásticos. Tuberías para refrigerantes:

Se instalarán en obra las tuberías de conexión para líquido y aspiración de refrigerante, utilizándose manguitos para su unión. Se cortarán en obra según sus dimensiones establecidas y se colocarán sin necesidad de forzarlas o deformarlas. Tendrán libertad para contraerse y dilatarse, sin deterioro para sí mismas ni cualquier otro elemento de la instalación. El paso de tubos por forjados y tabiques se hará con camisa de tubo de plástico o metálico que permita libre dilatación. Los cambios de dirección y uniones se harán con accesorios con soldadura incorporada. Las líneas de

aspiración de refrigerante se aislarán con coquillas preformadas de caucho esponjoso de 1,30 cm de espesor, a fin de impedir condensaciones y el recalentamiento del refrigerante.

-Conductos:

Se deberán sujetar los conductos con elementos de soporte protegidos contra la oxidación, fijándose de tal forma que se encuentren exentos de vibraciones en cualquier condición de funcionamiento. Uniones entre conductos de chapa galvanizada: mediante tiras de unión transversales suministradas con el conducto, engatilladas haciendo un pliegue en cada conducto. Los bordes y abolladuras se igualarán hasta presentar una superficie lisa, tanto en el interior como en el exterior del conducto de 5 cm de ancho como mínimo. Los traslapes se harán en el sentido del flujo del aire.

Cuando el conducto discorra en horizontal el soporte se empotrará en el forjado y quedará sensiblemente vertical para impedir que transmita esfuerzos horizontales a los conductos.

Las uniones de conductos a los equipos se harán mediante juntas de lona u otro material flexible e impermeable.

Es recomendable no abrir huecos en los conductos para el alojamiento de rejillas y difusores, hasta que no haya sido realizada la prueba de estanquidad.

La salida de la ventilación primaria no deberá estar situada a menos de 6 m de cualquier toma de aire exterior para climatización o ventilación y deberá sobrepasarla en altura, conforme al CTE DB HS 5, apartado 3.3.3.1. Así como, para los desagües de tipo continuo o semicontinuo, como los de los equipos de climatización, las bandejas de condensación, etc., deberá tomarse 1 ud para 0,03 dm<sup>3</sup>/s de caudal estimado, conforme al CTE DB HS 5, apartado 4.1.1.1.

-Difusores y rejillas:

Las rejillas y difusores se instalarán enrasados, nivelados y a escuadra y su montaje evitará que entren en vibración.

Los difusores de aire estarán contruidos de aluminio anodizado preferentemente, debiendo generar en sus elementos cónicos, un efecto inductivo que produzca aproximadamente una mezcla del aire de suministro con un 30% de aire del local, y estarán dotados de compuertas de regulación de caudal.

Las rejillas de impulsión podrán ser de aluminio anodizado extruido, serán de doble deflexión, con láminas delanteras horizontales y traseras verticales ajustables individualmente, con compuerta de regulación y fijación invisible con marco de montaje metálico. Las rejillas de extracción podrán ser de aluminio anodizado, con láminas horizontales fijas, a 45°, compuerta de regulación y fijación invisible con marco de montaje metálico. También las de retorno podrán ser de aluminio anodizado, con láminas horizontales fijas a 45° y fijación invisible con marco de montaje metálico. Las rejillas de descarga podrán ser de aluminio anodizado, con láminas horizontales fijas; su diseño o colocación evitará la entrada de agua de lluvia y estarán dotadas de malla metálica para impedir la entrada de aves. Por último, las bocas de extracción serán de diseño circular, tendrán el núcleo central regulable y dispondrán de contramarco para montaje, estarán contruidas en material plástico lavable,

Se verificará que la situación, espacio y recorridos de todos los elementos integrantes en la instalación coinciden con los de proyecto, en caso de que no sea así se procederá a realizar su nueva ubicación o definición de acuerdo con el criterio de la Dirección Facultativa. Se deberá proceder al marcado por el instalador autorizado en presencia de la Dirección Facultativa de los diversos componentes de la instalación. Se harán las rozas de todos los elementos que tengan que ir empotrados para posteriormente proceder al faldado de los mismos con elementos específicos o a base de pastas de yeso o cemento. Al mismo tiempo se sujetarán y fijarán los elementos que tengan que ir en superficie y los conductos enterrados se colocarán en sus zanjas; asimismo se harán y montarán las conducciones que tengan que realizarse in situ.

-Equipos de aire acondicionado:

Se instalará de tal manera que los conductos de aire quedarán fijados a las bocas correspondientes de la unidad y tendrán una sección mayor o igual a la de las bocas de la unidad correspondiente. Se fijará sólidamente al soporte por los puntos previstos, con juntas elásticas, para impedir la transmisión de vibraciones a la estructura del edificio. La distancia entre los accesos de aire y los paramentos de obra será mayor o igual a 1 m. Se deberá proceder a la interconexión de los tubos, conductos, equipos etc., tanto frigorífica como eléctrica, y al montaje de los elementos de regulación, control y accesorios. El agua condensada se canalizará hacia la red de evacuación.

### **2.20.1.3. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

La instalación podrá ser vista o estar empotrada y el soporte serán los paramentos tanto horizontales como verticales.

Si la instalación es vista, las tuberías se fijarán con tacos y tornillos, con una separación máxima entre ellos de 2 m. Los tramos horizontales pasarán preferentemente cerca del forjado o pavimento.

Cuando se trate de instalación empotrada, en los tramos horizontales irá bajo el solado (suelo radiante), o suspendida en el forjado, evitando atravesar elementos estructurales. En los tramos verticales, irán alojados en rozas practicadas en los paramentos, que se ejecutarán preferentemente a máquina una vez guarnecido el tabique y tendrán una profundidad no mayor de 4 cm cuando sea ladrillo macizo y de 1 canuto para ladrillo hueco, siendo el ancho inferior a dos veces su profundidad. Se harán preferentemente en las tres hiladas superiores. De hacerse rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y premarcos será como mínimo de 20 cm. Las conducciones se fijarán a los paramentos o forjados mediante grapas, interponiendo entre estas y el tubo un anillo elástico.

Se utilizarán pasamuros en el caso de tener que atravesar obras de albañilería o elementos estructurales.

### **2.20.1.4. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Cuando termine la ejecución, las redes de tuberías deberán ser limpiadas internamente, previo a ejecutar las pruebas de servicio, eliminando el polvo, aceites y cualquier otro elemento extraño. Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con material detergente y dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito. Por último, se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

Para la red de distribución de aire, una vez completado el montaje de la misma y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado, se pondrán en marcha los con ventilaciones hasta que el aire de salida de las aberturas no contenga polvo a simple vista. Una vez fijada la estanquidad de los circuitos, se dotará al sistema de cargas completas de gas refrigerante.

#### 2.20.1.5. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra

Como se recoge en el RITE:

De acuerdo con su potencia térmica nominal y sus características técnicas, las instalaciones de calefacción se utilizarán y mantendrán de conformidad con los procedimientos que se establecen a continuación:

- Se mantendrán de acuerdo con un programa de mantenimiento preventivo que cumpla con lo establecido en IT 3.3
- Dispondrá de un programa de gestión energética, que cumplirá con IT. 3.4
- Dispondrá de instrucciones de seguridad actualizadas de acuerdo con IT. 3.5
- Se utilizará de acuerdo con las instrucciones de manejo y maniobra, según IT. 3.6
- Se utilizará de acuerdo con un programa de funcionamiento, según IT. 3.7

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### 2.20.1.6. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra

Control de ejecución

-Canalizaciones, colocación:

Diámetro distinto del especificado.

Puntos de fijación con tramos menores de 2 m.

Buscar que los elementos de fijación no se encuentren en contacto directo con el tubo, que no existan tramos de más de 30 m sin lira, y que sus dimensiones correspondan con las especificaciones de proyecto.

Verificar que las uniones tienen minio o elementos de estanquidad.

-En el calorifugado de las tuberías:

Existencia de pintura protectora.

Espesor de la coquilla se corresponde al del proyecto.

Distancia entre tubos y entre tubos y paramento es superior a 2 cm.

-Colocación de manguitos pasamuros:

Existencia del mismo y del relleno de masilla. Holgura superior a 1 cm.

-Calderas:

Instalación de la caldera. Uniones, fijaciones, conexiones y comprobación de la existencia de todos los accesorios de la misma.

-Colocación del vaso de expansión:

Fijación. Uniones roscadas con minio o elemento de estanquidad.

-Situación y colocación de la válvula de seguridad, grifo de macho, equipo de regulación exterior y ambiental, etc. Uniones roscadas o embridadas con elementos de estanquidad.

-Situación y colocación del radiador. Fijación al suelo o al paramento. Uniones. Existencia de purgador. **Ensayos y pruebas**

Recogidas en el RITE y en las Instrucciones Técnicas que se indican a continuación:

- Pruebas de estanquidad de redes de tuberías de agua (IT 2.2.2 del RITE).
- Pruebas de recepción de redes de conductos de aire (IT 2.2.5).
- Pruebas de estanquidad de los circuitos frigoríficos (IT 2.2.3).
- Pruebas de libre dilatación (IT 2.2.4).
- Pruebas de estanquidad de chimeneas (IT 2.2.6).
- Pruebas de ajuste y equilibrado, incluso del control automático (IT 2.3).
- Pruebas finales según UNE-EN12599:2014 (IT 2.2.7).
- Pruebas de eficiencia energética (IT 2.4).

#### 2.20.1.7. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: Las tuberías:

ml de igual dimensión y características, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y calorifugados,

colocados y probados. Conductos:

m<sup>2</sup>, completamente instalado, medido por el exterior.

El resto de componentes de la instalación, como aparatos de ventana, consolas inductores, ventiloconvectores, termostatos, etc.: ud totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones precisos para su correcto funcionamiento.

#### **2.20.1.8. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Conforme a la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá por la cubierta del edificio, con independencia del aparato o del tipo de combustible.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Se impedirá utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace se aislarán eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvánicos, etc., (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado con cobre, etc.).

Entre los elementos de fijación y las tuberías se interpondrá un anillo elástico y en ningún caso se soldará al tubo. El recorrido de las tuberías no atravesará chimeneas ni conductos.

No se utilizarán los conductos metálicos de la instalación como tomas de tierra.

Cuando se coloque acero y cobre en la instalación, se procurará que el acero vaya primero en el sentido de circulación del agua a fin de evitar la precipitación de iones de cobre sobre el acero, que puedan disolverlo y provocar perforaciones en el tubo.

Se dispondrán sistemas antirretorno para impedir la inversión del sentido del flujo antes de los aparatos de refrigeración o climatización, conforme al CTE DB HS 4, apartado 2.1.2.

### **2.20.2. DISTRIBUCIÓN AIRE VENTILACIÓN / CLIMATIZACIÓN**

#### **2.20.2.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Los equipos y materiales que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, siempre que se haya establecido su entrada en vigor, de conformidad con la normativa vigente. Se aceptarán las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea, en un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, o en Turquía, siempre que se reconozca por la Administración pública competente que se garantizan un nivel de seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente, equivalente a las normas aplicables en España.

Se aceptarán, para su instalación y uso en los edificios sujetos a este reglamento, los materiales procedentes de otros Estados miembros de la Unión Europea o de un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sean parte contratante del Espacio Económico Europeo, o de Turquía y que la certificación de conformidad de los equipos y Materiales se haga de acuerdo con los reglamentos aplicables y con la legislación vigente, así como mediante los procedimientos establecidos en la normativa correspondiente.

Características de los materiales conforme al CTE DB HS 3, apartado 3.2:

- Conductos de admisión:

Los conductos tendrán sección uniforme y carecerán de obstáculos en todo su recorrido. Presentarán un acabado que dificulte su ensuciamiento y serán practicables para su registro y limpieza cada 10 m como máximo en todo su recorrido.

- Conductos de extracción para ventilación mecánica, conforme al CTE DB HS 3, apartado 3.2.4:

Cada conducto de extracción, salvo los de la ventilación específica de las cocinas, deberá disponer en la boca de expulsión de un aspirador mecánico, pudiendo varios conductos de extracción compartir un mismo aspirador mecánico. Los conductos deberán tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y serán practicables para su registro y limpieza en la coronación y en el arranque de los tramos verticales. Cuando se prevea que en las paredes de los conductos pueda alcanzarse la temperatura de rocío éstos deberán aislarse térmicamente de tal forma que se evite la producción de condensación. Los conductos que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deberán cumplir las condiciones de resistencia a fuego del apartado 3 del DB SI 1.

Los conductos deberán ser estancos al aire para su presión de dimensionado.

#### **2.20.2.2. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

**Aberturas:**

Conforme al CTE DB HS 3, apartado 6.1.1

Cuando las aberturas se dispongan directamente en el muro deberá colocarse un pasamuros cuya sección interior tenga las dimensiones mínimas de ventilación previstas y se sellarán los extremos en su encuentro con el muro. Los elementos de protección de las aberturas deberán colocarse de tal modo que no se permita la entrada de agua desde el exterior.

Cuando los elementos de protección de las aberturas de extracción dispongan de lamas, éstas deberán colocarse inclinadas en la dirección de la circulación del aire. Conductos de extracción: Conforme al CTE DB HS 3, apartado 6.1.2:

Deberá preverse el paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal de forma que se ejecuten aquellos elementos precisos para ello tales como brochales y zunchos. Los huecos de paso de los forjados deberán proporcionar una holgura perimétrica de 20 mm que se rellenará con aislante térmico.

El tramo de conducto correspondiente a cada planta deberá apoyarse sobre el forjado inferior de la misma.

Cuando se trate de conductos de extracción para ventilación híbrida, las piezas deberán colocarse cuidando el aplomado, admitiéndose una desviación de la vertical de hasta 15° con transiciones suaves.

Cuando las piezas sean de hormigón en masa o de arcilla cocida, se recibirán con mortero de cemento tipo M-5 (1:6), evitando la caída de restos de mortero al interior del conducto y enrasando la junta por ambos lados. Cuando sean de otro material, se harán las uniones previstas en el sistema, cuidando la estanquidad de sus juntas.

Las aberturas de extracción conectadas a conductos de extracción se taparán para impedir la entrada de escombros u otros objetos hasta que se coloquen los elementos de protección correspondientes.

Cuando el conducto para la ventilación específica adicional de las cocinas sea colectivo, cada extractor deberá conectarse al mismo mediante un ramal que desembocará en el conducto de extracción inmediatamente por debajo del ramal siguiente.

#### **Sistemas de ventilación mecánicos:**

Conforme al CTE DB HS 3, apartado 6.1.3

El aspirador híbrido o el aspirador mecánico, en su caso, deberá colocarse aplomado y sujeto al conducto de extracción o a su revestimiento. El sistema de ventilación mecánica deberá colocarse sobre el soporte de manera estable y utilizando elementos antivibratorios.

Tanto los aspiradores mecánicos y los aspiradores híbridos deberán disponerse en un lugar accesible para realizar su limpieza. Los empalmes y conexiones serán estancos y estarán protegidos para impedir la entrada o salida de aire en esos.

En los extractores de las cocinas se colocará un filtro de grasas y aceites dotado de un dispositivo que indique cuando deberá reemplazarse o limpiarse dicho filtro.

Se llevará a cabo una solución que impida la inversión del desplazamiento del aire en todos los puntos, bien disponiendo un sistema automático que actúe de forma que todos los aspiradores híbridos y mecánicos de cada vivienda funcionen a un tiempo o adoptar cualquier otra solución que lo consiga.

#### **2.20.2.3. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

Los forjados forman el elemento soporte de la instalación de ventilación, sobre estos arrancará el elemento columna hasta el final del conducto, se habrán dejado previstos los huecos de paso con una holgura para poder colocar alrededor del conducto un aislamiento térmico de espesor mínimo de 2 cm para lograr que el paso a través del mismo no sea una unión rígida. Cada tramo entre forjados se apoyará en el forjado inferior.

#### **2.20.2.4. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Las juntas entre las diferentes piezas estarán llenas, en caso contrario se rellenarán. Las juntas no presentan rebabas, Una vez completado el montaje de las redes de conductos y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado, se pondrán en marcha los con ventilaciones hasta que el aire de salida de las aberturas no contenga polvo a simple vista.

#### **2.20.2.5. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

- Conducciones verticales:

- Disposición: tipos y secciones según especificaciones.
- Correcta colocación y unión entre piezas.
- Aplomado: se comprobará la verticalidad.
- Sustentación: correcta sustentación de cada nivel de forjado.
- Sistema de apoyo.

- **Aislamiento térmico: espesor especificado.**

- Continuidad del aislamiento.
- Aspirador estático: altura sobre cubierta.
- Distancia a otros elementos.



- Fijación.
- Arriostramiento, en su caso.
- Conexiones individuales:
  - Derivaciones: correcta conexión con pieza especial de derivación.
  - Correcta colocación de la rejilla.
  - Bocas de expulsión: disposición de malla antipájaros.
- Aberturas y bocas de ventilación:
  - Ancho del retranqueo (en caso de estar colocadas en éste).
- Aberturas de ventilación en contacto con el exterior: disposición para impedir la entrada de agua.
- **Bocas de expulsión.** Situación respecto de cualquier elemento de entrada de aire de ventilación, del linde de la parcela y de cualquier punto donde pueda haber personas de forma habitual que se encuentren a menos de 10 m de distancia de la boca.
- **Ventilación híbrida:** altura de la boca de expulsión en la cubierta del edificio.
- Medios de ventilación híbrida y mecánica:
  - Conductos de admisión.
  - Longitud.
  - Disposición de las aberturas de admisión y de extracción en las zonas comunes.
- Medios de ventilación natural:
  - Aberturas mixtas en la zona común de trasteros: disposición.
  - Número de aberturas de paso en la partición entre trastero y zona común.
  - Aberturas de admisión y extracción de trasteros: comunicación con el exterior y separación vertical entre ellas. Aberturas mixtas en almacenes: disposición.
- **Aireadores:** distancia del suelo.
- Aberturas de extracción:
  - Conexión al conducto de extracción.
  - Distancia a techo.
  - Distancia a rincón o esquina.

#### - Ensayos y pruebas

Recogidas en el RITE:

Pruebas de recepción de redes de conductos de aire (IT 2.2.5).

#### 2.2.0.2.6. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

-Conductos formados por piezas:

ud, incluida la parte proporcional de piezas especiales, rejillas y capa de aislamiento a nivel de forjado, medida la longitud desde el arranque del conducto hasta la parte inferior del aspirador estático.

-Resto de conductos:

m<sup>2</sup>, completamente instalado, medido por el exterior.

-El aislamiento térmico:

m<sup>2</sup>, indicando las características que presente.

-El resto de componentes de la instalación:

ud totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones precisos para su correcto funcionamiento.

#### 2.2.0.2.7. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra

Conforme a la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá por la cubierta del edificio, con independencia del aparato o del tipo de combustible.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

### **2.20.3. SISTEMAS DE VENTILACIÓN / INTERCAMBIO AIRE-TIERRA**

#### **2.20.3.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Los equipos y materiales que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, siempre que se haya establecido su entrada en vigor, de conformidad con la normativa vigente. Se aceptarán las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea, en un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, o en Turquía, siempre que se reconozca por la Administración pública competente que se garantizan un nivel de seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente, equivalente a las normas aplicables en España.

Se aceptarán, para su instalación y uso en los edificios sujetos a este reglamento, los materiales procedentes de otros Estados miembros de la Unión Europea o de un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sean parte contratante del Espacio Económico Europeo, o de Turquía y que la certificación de conformidad de los equipos y Materiales se haga de acuerdo con los reglamentos aplicables y con la legislación vigente, así como mediante los procedimientos establecidos en la normativa correspondiente.

Características de los materiales conforme al CTE DB HS 3, apartado 3.2:

-Conductos de admisión:

Los conductos tendrán sección uniforme y carecerán de obstáculos en todo su recorrido. Presentarán un acabado que dificulte su ensuciamiento y serán practicables para su registro y limpieza cada 10 m como máximo en todo su recorrido.

-Conductos de extracción para ventilación mecánica, conforme al CTE DB HS 3, apartado 3.2.4:

Cada conducto de extracción, salvo los de la ventilación específica de las cocinas, deberá disponer en la boca de expulsión de un aspirador mecánico, pudiendo varios conductos de extracción compartir un mismo aspirador mecánico. Los conductos deberán tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y serán practicables para su registro y limpieza en la coronación y en el arranque de los tramos verticales. Cuando se prevea que en las paredes de los conductos pueda alcanzarse la temperatura de rocío éstos deberán aislarse térmicamente de tal forma que se evite la producción de condensación. Los conductos que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deberán cumplir las condiciones de resistencia a fuego del apartado 3 del DB SI 1.

Los conductos deberán ser estancos al aire para su presión de dimensionado.

#### **2.20.3.2. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Los equipos y materiales que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, siempre que se haya establecido su entrada en vigor, de conformidad con la normativa vigente. Se aceptarán las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea, en un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, o en Turquía, siempre que se reconozca por la Administración pública competente que se garantizan un nivel de seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente, equivalente a las normas aplicables en España.

Se aceptarán, para su instalación y uso en los edificios sujetos a este reglamento, los materiales procedentes de otros Estados miembros de la Unión Europea o de un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sean parte contratante del Espacio Económico Europeo, o de Turquía y que la certificación de conformidad de los equipos y Materiales se haga de acuerdo con los reglamentos aplicables y con la legislación vigente, así como mediante los procedimientos establecidos en la normativa correspondiente.

Características de los materiales conforme al CTE DB HS 3, apartado 3.2:

-Conductos de admisión:

Los conductos tendrán sección uniforme y carecerán de obstáculos en todo su recorrido. Presentarán un acabado que dificulte su ensuciamiento y serán practicables para su registro y limpieza cada 10 m como máximo en todo su recorrido.

-Conductos de extracción para ventilación mecánica, conforme al CTE DB HS 3, apartado 3.2.4:

Cada conducto de extracción, salvo los de la ventilación específica de las cocinas, deberá disponer en la boca de expulsión de un aspirador mecánico, pudiendo varios conductos de extracción compartir un mismo aspirador mecánico. Los conductos deberán tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y serán practicables para su registro y limpieza en la coronación y en el arranque de los tramos verticales. Cuando se prevea que en las paredes de los conductos pueda alcanzarse la temperatura de rocío éstos deberán aislarse térmicamente de tal forma que se evite la producción de condensación. Los conductos que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deberán cumplir las condiciones de resistencia a fuego del apartado 3 del DB SI 1.

Los conductos deberán ser estancos al aire para su presión de dimensionado.

#### **2.20.3.3. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

Los forjados forman el elemento soporte de la instalación de ventilación, sobre estos arrancará el elemento columna hasta el final del conducto, se habrán dejado previstos los huecos de paso con una holgura para poder colocar alrededor del conducto un aislamiento térmico de espesor mínimo de 2 cm para lograr que el paso a través del mismo

no sea una unión rígida. Cada tramo entre forjados se apoyará en el forjado inferior.

#### 2.20.3.4. Condiciones de terminación de unidades de obra

Las juntas entre las diferentes piezas estarán llenas, en caso contrario se rellenarán. Las juntas no presentan rebabas, Una vez completado el montaje de las redes de conductos y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado, se pondrán en marcha los con ventilaciones hasta que el aire de salida de las aberturas no contenga polvo a simple vista.

#### 2.20.3.5. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra

Control de ejecución

- Conducciones verticales:

- Disposición: tipos y secciones según especificaciones.
- Correcta colocación y unión entre piezas.
- Aplomado: se comprobará la verticalidad.
- Sustentación: correcta sustentación de cada nivel de forjado.
- Sistema de apoyo.

- **Aislamiento térmico: espesor especificado.**

- Continuidad del aislamiento.
- Aspirador estático: altura sobre cubierta.
- Distancia a otros elementos.
- Fijación.
- Arriostamiento, en su caso.

- Conexiones individuales:

- Derivaciones: correcta conexión con pieza especial de derivación.
- Correcta colocación de la rejilla.
- Bocas de expulsión: disposición de malla antipájaros.

- Aberturas y bocas de ventilación:

- Ancho del retranqueo (en caso de estar colocadas en éste).

- Aberturas de ventilación en contacto con el exterior: disposición para impedir la entrada de agua.

- **Bocas de expulsión.** Situación respecto de cualquier elemento de entrada de aire de ventilación, del linde de la parcela y de cualquier punto donde pueda haber personas de forma habitual que se encuentren a menos de 10 m de distancia de la boca.

- **Ventilación híbrida:** altura de la boca de expulsión en la cubierta del edificio.

- Medios de ventilación híbrida y mecánica:

- Conductos de admisión.
- Longitud.
- Disposición de las aberturas de admisión y de extracción en las zonas comunes.

- Medios de ventilación natural:

- Aberturas mixtas en la zona común de trasteros: disposición.
- Número de aberturas de paso en la partición entre trastero y zona común.
- Aberturas de admisión y extracción de trasteros: comunicación con el exterior y separación vertical entre ellas.
- Aberturas mixtas en almacenes: disposición.

- **Aireadores:** distancia del suelo.

- Aberturas de extracción:

- Conexión al conducto de extracción.
- Distancia a techo.
- Distancia a rincón o esquina.

- **Ensayos y pruebas**

Recogidas en el RITE:

Pruebas de recepción de redes de conductos de aire (IT 2.2.5).

#### 2.20.3.6. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

-Conductos formados por piezas:

ud, incluida la parte proporcional de piezas especiales, rejillas y capa de aislamiento a nivel de forjado, medida la longitud desde el arranque del conducto hasta la parte inferior del aspirador estático.

-Resto de conductos:

m2, completamente instalado, medido por el exterior.

-El aislamiento térmico:

m2, indicando las características que presente.

-El resto de componentes de la instalación:

ud totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones precisos para su correcto funcionamiento.

#### **2.20.3.7. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Conforme a la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá por la cubierta del edificio, con independencia del aparato o del tipo de combustible.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

### **2.20.4. VENTILADORES Y EXTRACTORES**

#### **2.20.4.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Los equipos y materiales que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, siempre que se haya establecido su entrada en vigor, de conformidad con la normativa vigente. Se aceptarán las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea, en un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, o en Turquía, siempre que se reconozca por la Administración pública competente que se garantizan un nivel de seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente, equivalente a las normas aplicables en España.

Se aceptarán, para su instalación y uso en los edificios sujetos a este reglamento, los materiales procedentes de otros Estados miembros de la Unión Europea o de un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sean parte contratante del Espacio Económico Europeo, o de Turquía y que la certificación de conformidad de los equipos y Materiales se haga de acuerdo con los reglamentos aplicables y con la legislación vigente, así como mediante los procedimientos establecidos en la normativa correspondiente.

Características de los materiales conforme al CTE DB HS 3, apartado 3.2:

- Conductos de admisión:

Los conductos tendrán sección uniforme y carecerán de obstáculos en todo su recorrido. Presentarán un acabado que dificulte su ensuciamiento y serán practicables para su registro y limpieza cada 10 m como máximo en todo su recorrido.

- Conductos de extracción para ventilación mecánica, conforme al CTE DB HS 3, apartado 3.2.4:

Cada conducto de extracción, salvo los de la ventilación específica de las cocinas, deberá disponer en la boca de expulsión de un aspirador mecánico, pudiendo varios conductos de extracción compartir un mismo aspirador mecánico. Los conductos deberán tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y serán practicables para su registro y limpieza en la coronación y en el arranque de los tramos verticales. Cuando se prevea que en las paredes de los conductos pueda alcanzarse la temperatura de rocío éstos deberán aislarse térmicamente de tal forma que se evite la producción de condensación. Los conductos que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deberán cumplir las condiciones de resistencia a fuego del apartado 3 del DB SI 1.

Los conductos deberán ser estancos al aire para su presión de dimensionado.

#### **2.20.4.2. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

##### **Aberturas:**

Conforme al CTE DB HS 3, apartado 6.1.1

Cuando las aberturas se dispongan directamente en el muro deberá colocarse un pasamuros cuya sección interior tenga las dimensiones mínimas de ventilación previstas y se sellarán los extremos en su encuentro con el muro. Los elementos de protección de las aberturas deberán colocarse de tal modo que no se permita la entrada de agua desde el exterior.

Cuando los elementos de protección de las aberturas de extracción dispongan de lamas, éstas deberán colocarse inclinadas en la dirección de la circulación del aire. Conductos de extracción: Conforme al CTE DB HS 3, apartado 6.1.2:

Deberá preverse el paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal de forma que se ejecuten aquellos elementos precisos para ello tales como brochales y zunchos. Los huecos de paso de los forjados deberán proporcionar una holgura perimétrica de 20 mm que se rellenará con aislante térmico.

El tramo de conducto correspondiente a cada planta deberá apoyarse sobre el forjado inferior de la misma.

Cuando se trate de conductos de extracción para ventilación híbrida, las piezas deberán colocarse cuidando el aplomado, admitiéndose una desviación de la vertical de hasta 15° con transiciones suaves.

Cuando las piezas sean de hormigón en masa o de arcilla cocida, se recibirán con mortero de cemento tipo M-5 (1:6), evitando la caída de restos de mortero al interior del conducto y enrasando la junta por ambos lados. Cuando sean de otro material, se harán las uniones previstas en el sistema, cuidando la estanquidad de sus juntas.

Las aberturas de extracción conectadas a conductos de extracción se tapanán para impedir la entrada de escombros u otros objetos hasta que se coloquen los elementos de protección correspondientes.

Cuando el conducto para la ventilación específica adicional de las cocinas sea colectivo, cada extractor deberá conectarse al mismo mediante un ramal que desembocará en el conducto de extracción inmediatamente por debajo del ramal siguiente.

#### **Sistemas de ventilación mecánicos:**

Conforme al CTE DB HS 3, apartado 6.1.3

El aspirador híbrido o el aspirador mecánico, en su caso, deberá colocarse aplomado y sujeto al conducto de extracción o a su revestimiento. El sistema de ventilación mecánica deberá colocarse sobre el soporte de manera estable y utilizando elementos antivibratorios.

Tanto los aspiradores mecánicos y los aspiradores híbridos deberán disponerse en un lugar accesible para realizar su limpieza. Los empalmes y conexiones serán estancos y estarán protegidos para impedir la entrada o salida de aire en esos.

En los extractores de las cocinas se colocará un filtro de grasas y aceites dotado de un dispositivo que indique cuando deberá reemplazarse o limpiarse dicho filtro.

Se llevará a cabo una solución que impida la inversión del desplazamiento del aire en todos los puntos, bien disponiendo un sistema automático que actúe de forma que todos los aspiradores híbridos y mecánicos de cada vivienda funcionen a un tiempo o adoptar cualquier otra solución que lo consiga.

#### **2.20.4.3. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

Los forjados forman el elemento soporte de la instalación de ventilación, sobre estos arrancará el elemento columna hasta el final del conducto, se habrán dejado previstos los huecos de paso con una holgura para poder colocar alrededor del conducto un aislamiento térmico de espesor mínimo de 2 cm para lograr que el paso a través del mismo no sea una unión rígida. Cada tramo entre forjados se apoyará en el forjado inferior.

#### **2.20.4.4. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Las juntas entre las diferentes piezas estarán llenas, en caso contrario se rellenarán. Las juntas no presentan rebabas, Una vez completado el montaje de las redes de conductos y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado, se pondrán en marcha los con ventilaciones hasta que el aire de salida de las aberturas no contenga polvo a simple vista.

#### **2.20.4.5. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

- Conducciones verticales:

- Disposición: tipos y secciones según especificaciones.
- Correcta colocación y unión entre piezas.
- Aplomado: se comprobará la verticalidad.
- Sustentación: correcta sustentación de cada nivel de forjado.
- Sistema de apoyo.

- **- Aislamiento térmico: espesor especificado.**

- Continuidad del aislamiento.
- Aspirador estático: altura sobre cubierta.
- Distancia a otros elementos.
- Fijación.
- Arriostamiento, en su caso.

- Conexiones individuales:

- Derivaciones: correcta conexión con pieza especial de derivación.
- Correcta colocación de la rejilla.
- Bocas de expulsión: disposición de malla antipájaros.

- Aberturas y bocas de ventilación:

- Ancho del retranqueo (en caso de estar colocadas en éste).
- Aberturas de ventilación en contacto con el exterior: disposición para impedir la entrada de agua.
- **Bocas de expulsión.** Situación respecto de cualquier elemento de entrada de aire de ventilación, del linde de la parcela y de cualquier punto donde pueda haber personas de forma habitual que se encuentren a menos de 10 m de distancia de la boca.
- **Ventilación híbrida:** altura de la boca de expulsión en la cubierta del edificio.
- Medios de ventilación híbrida y mecánica:
  - Conductos de admisión.
  - Longitud.
  - Disposición de las aberturas de admisión y de extracción en las zonas comunes.
- Medios de ventilación natural:
  - Aberturas mixtas en la zona común de trasteros: disposición.
  - Número de aberturas de paso en la partición entre trastero y zona común.
  - Aberturas de admisión y extracción de trasteros: comunicación con el exterior y separación vertical entre ellas. Aberturas mixtas en almacenes: disposición.
- **Aireadores:** distancia del suelo.
- Aberturas de extracción:
  - Conexión al conducto de extracción.
  - Distancia a techo.
  - Distancia a rincón o esquina.

- **Ensayos y pruebas**

Recogidas en el RITE:

Pruebas de recepción de redes de conductos de aire (IT 2.2.5).

**2.20.4.6. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

-Conductos formados por piezas:

ud, incluida la parte proporcional de piezas especiales, rejillas y capa de aislamiento a nivel de forjado, medida la longitud desde el arranque del conducto hasta la parte inferior del aspirador estático.

-Resto de conductos:

m<sup>2</sup>, completamente instalado, medido por el exterior.

-El aislamiento térmico:

m<sup>2</sup>, indicando las características que presente.

-El resto de componentes de la instalación:

ud totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones precisos para su correcto funcionamiento.

**2.20.4.7. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Conforme a la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá por la cubierta del edificio, con independencia del aparato o del tipo de combustible.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

**2.21. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS – P.C.I.**

**2.21.1. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS - P.C.I.**

**2.21.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento empleados en la protección contra incendios, cumplirán las condiciones especificadas en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre.

**- Diferentes tipos de instalación contra incendios:**

- Bocas de incendio equipadas.
- Columna seca, especificaciones de fontanería.
- Extintores portátiles o sobre carros.
- Grupos de bombeo.
- Sistema de detección y alarma de incendio, con activación automática mediante detectores y/o manual mediante pulsadores.
- Instalación automática de extinción con toma a la red general independiente de la de fontanería del edificio.
- Hidrantes exteriores.
- Rociadores.
- Sistemas de control de humos.
- Sistemas de señalización.
- Sistemas de ventilación.
- Sistemas de gestión centralizada.
- Ascensor de emergencia, de acuerdo con DB SUA.

Las características mínimas se especifican en cada una de las normas UNE correspondientes a cada instalación de protección de incendios.

Todos los componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

En edificios que deban tener un plan de emergencia conforme a la reglamentación vigente, éste preverá procedimientos para la evacuación de las personas con discapacidad en situaciones de emergencia.

Equipos de suministro de alimentación. Detectores de calor puntuales.

Detectores de humo puntuales que funcionan según el principio de luz difusa, luz transmitida o por ionización. Detectores de llama puntuales.

Pulsadores manuales de alarma.

Detectores de humo de línea que utilizan un haz óptico de luz. Seccionadores de cortocircuito.

Dispositivos entrada/ salida para su uso en las vías de transmisión de detectores de fuego y alarmas de incendio. Detectores de aspiración de humos.

Equipos de transmisión de alarmas y avisos de fallo.

El sistema de alarma transmitirá señales visuales además de acústicas. Las señales visuales serán perceptibles incluso en el interior de viviendas accesibles para personas con discapacidad auditiva.

-Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras: Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas.

Bocas de incendio equipadas con mangueras planas.

-Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos: Dispositivos automáticos no eléctricos de control y de retardo.

Dispositivos automáticos y eléctricos de control y retardo. Dispositivos manuales de disparo y de paro.

Conjuntos de válvulas de los contenedores de alta presión y sus actuadores. Válvulas direccionales de alta y baja presión y sus actuadores para sistemas de CO<sub>2</sub>. Dispositivos no eléctricos de aborto para sistemas de CO<sub>2</sub>.

Difusores para sistemas de CO<sub>2</sub>. Conectores.

Detectores especiales de incendios.

Presostatos y manómetros.

Dispositivos mecánicos de pesaje. Dispositivos neumáticos de alarma.

Válvulas de retención y válvulas antirretorno.

-Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada:

Rociadores automáticos.

Conjuntos de válvula de alarma de tubería mojada y cámaras de retardo. Conjuntos de válvula de alarma para sistemas de tubería seca.

Alarmas hidromecánicas.

Detectores de flujo de agua.

-Materiales cortafuego y de sellado contra el fuego.

La recepción de estos se hará mediante certificación de entidad de control que posibilite la colocación de la correspondiente marca de conformidad a normas, conforme al Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

Cuando los aparatos, equipos u otros componentes cuando éstos se diseñen y fabriquen como modelo único para una

instalación determinada, no será precisa la marca de conformidad. No obstante, habrá de presentarse ante los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma, un proyecto firmado por técnico titulado competente, en el que se especifiquen sus características técnicas y de funcionamiento y se acredite el cumplimiento de todas las prescripciones de seguridad exigidas por el citado Reglamento, realizándose los ensayos y pruebas que correspondan de acuerdo con él; antes de la puesta en funcionamiento del aparato, el equipo o el sistema o componente.

Se rechazarán las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte, que presentaren defectos o que no cumplan las especificaciones de proyecto.

#### **2.21.1.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

La instalación quedará protegida de impactos mecánicos, y del contacto con humedad, materiales agresivos, y suciedad. Se protegerán convenientemente todas las roscas de la instalación.

Se evitará que estén en contacto con el terreno.

#### **2.21.1.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.21.1.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

La instalación de aparatos, equipos, sistemas y sus componentes, con excepción de los extintores portátiles, se realizará por empresa instaladora.

Se tendrá en cuenta una separación mínima entre tuberías vecinas de 25 cm y con conductos eléctricos de 30 cm. Para las canalizaciones se limpiarán las roscas y el interior de estas.

La Comunidad Autónoma correspondiente, llevará un libro de Registro en el que figurarán las empresas instaladoras.

Se deberá proceder a la colocación de los conductores eléctricos, con ayuda de pasahilos impregnados con sustancias para hacer fácil su paso por el interior.

El montaje de las canalizaciones podrá ser superficial o empotrado. En canalizaciones superficiales las tuberías se fijarán con tacos o tornillos a las paredes con una separación máxima entre ellos de 2 m; entre el soporte y el tubo se interpondrá anillo elástico. Si la canalización es empotrada, esta ira recibida al paramento horizontal o vertical mediante grapas, interponiendo anillo elástico entre estas y el tubo, tapando las rozas con yeso o mortero.

El paso a través de elementos estructurales será por pasatubos, con holguras rellenas de material elástico, y dentro de ellos no se alojará ningún accesorio.

Los accesorios para realizar las uniones, cambios de dirección y salidas irán serán roscadas, asegurándose la estanquidad de las uniones mediante pintura de las roscas con minio o empleando estopas, pastas o cintas. De no especificarse, las reducciones de diámetro serán excéntricas y se colocarán enrasadas con las generatrices de los tubos a unir.

Cuando se interrumpa el montaje se tapanán los extremos.

Se realizará la conexión con los diferentes mecanismos, equipos y aparatos de la instalación, y con sus equipos de regulación y control, una vez realizada la instalación eléctrica y de fontanería.

#### **2.21.1.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

El soporte de las instalaciones de protección contra incendios serán los paramentos verticales u horizontales, así como los pasos a través de elementos estructurales, cumpliendo recomendaciones propias de fontanería y electricidad que se recogen en el presente Pliego. Quedarán terminadas las fábricas, cajeados, pasatubos, etc., precisos para la fijación, (empotradas o en superficie) y el paso de los diferentes elementos de la instalación. Las superficies donde se trabaje estarán limpias y niveladas.

El resto de componentes específicos de la instalación de la instalación de protección contra incendios, como extintores, B.I.E., rociadores, etc., irán sujetos en superficie o empotrados según diseño y cumpliendo los condicionantes dimensionales en cuanto a posición Conforme al CTE DB SI. Dichos soportes tendrán la suficiente resistencia mecánica para soportar su propio peso y las acciones de su manejo durante su funcionamiento.

#### **2.21.1.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Extintores de incendio: se verificará que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 m sobre el suelo.

Bocas de incendio: la altura de su centro quedará, como máximo, a 1,50 m sobre el nivel del suelo o a más altura si se trata de BIE de 2,5 cm, siempre que la boquilla y la válvula de apertura manual, si existen, se encuentren situadas a la altura citada.

Columna seca: la toma de fachada y las salidas en las plantas tendrán el centro de sus bocas a 90 cm sobre el nivel del suelo.

#### **2.21.1.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Una vez finalizada la instalación se informará a la Dirección Facultativa. El técnico emitirá los certificados y/o



documentación de la instalación conforme a la Reglamentación vigente.

#### **2.21.1.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Hasta la fecha de la entrega de la obra se dejarán sin tensión todos los circuitos eléctricos y se vaciará la red de tuberías. Todos los elementos que hayan resultado dañados antes de la entrega se repondrán.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.21.1.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

##### **- Control de ejecución**

Columna seca:

- Toma de alimentación:
- Unión de la tubería con la conexión siamesa. Fijación de la carpintería.

Bocas de incendio, hidrantes:

- Dimensiones.
- Enrase de la tapa con el pavimento. Uniones con la tubería.
- Equipo de manguera:
- Unión con la tubería. Fijación de la carpintería.

Extintores, rociadores y detectores:

- La colocación, situación y tipo.
- Anchura de elementos de evacuación: deberá ser conforme a DB SI y DB SUA.
- Puertas automáticas situadas en recorridos de evacuación: deberán satisfacer DB SI3-6.5. Señalización de los medios de evacuación: los itinerarios accesibles cumplirán DB SI3-7. Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio: se cumplirá DB-SI3-9.

Resto de elementos:

- Verificar que la ejecución no sea diferente a lo reflejado en proyecto.
- Se tendrán en cuenta los controles de las instalaciones de electricidad y fontanería, según el tipo de protección contra incendios.

##### **- Ensayos y pruebas**

Columna seca:

- El sistema de columna seca se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica.

Bocas de incendio equipadas, hidrantes, columnas secas:

- Los sistemas se someterán, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica.
- Rociadores.
- Conductos y accesorios.

Funcionamiento de la instalación:

- Sistema de detección y alarma de incendio.
- Instalación automática de extinción.
- Sistemas de control de humos.
- Sistemas de ventilación.
- Sistemas de gestión centralizada.
- Instalación de detectores de humo y de temperatura.

#### **2.21.1.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- ud de equipo completamente recibida y/o terminada en cada caso; todos los elementos específicos de las instalaciones de protección contra incendios, como detectores, centrales de alarma, equipos de manguera, bocas, etc.

El resto de elementos auxiliares (eléctricos o de fontanería):

- Se medirán y valorarán siguiendo las especificaciones de éstas.
- Los elementos que no se encuentren contemplados en cualquiera de los dos casos anteriores:
- Por unidad de obra proyectada realmente ejecutada.

#### **2.21.1.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de**

### unidades de obra

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

De utilizarse en un mismo local extintores de tipos diferentes, se tendrá en cuenta la posible incompatibilidad entre los distintos agentes de los mismos. Cuando las canalizaciones sean superficiales, nunca se soldará el tubo al soporte.

#### 2.21.1.12. Verificaciones y pruebas de servicio

Para proceder a la puesta en funcionamiento de las instalaciones la empresa deberá presentar, ante los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma, un certificado de la empresa instaladora visado por un técnico titulado competente designado por ella.

Obligaciones en materia de información y reclamaciones.

Las empresas instaladoras y las mantenedoras deberán cumplir las obligaciones de información de los prestadores y las obligaciones en materia de reclamaciones establecidas, respectivamente, en los artículos 22 y 23 de la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

## 2.22. PINTURAS Y TRATAMIENTOS

### 2.22.1. PINTURA S/ PARAMENTOS INTERIORES

#### 2.22.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB HE 1, apartado 6, si forma parte de la envolvente térmica, se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos : conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $kg/m^2$ . Los materiales utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por el coeficiente de absorción acústica, al menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio  $m$ , en el caso de materiales utilizados como absorbentes acústicos. Si no se conoce el valor del coeficiente de absorción acústica medio  $m$ , podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado,  $w$ .

-Imprimaciones: servirá de preparación de la superficie a pintar, podrán ser: imprimación anticorrosivo, ya sea de efecto barrera o protección activa; imprimación para galvanizados y metales no férricos; imprimación selladora para yeso y cemento; imprimación para madera o tapaporos; imprimación previa impermeabilización de muros, juntas y sobre hormigones de limpieza o regulación y las cimentaciones, etc.

-Pinturas y barnices: constituirán mano de fondo o de acabado de la superficie a revestir.

Las pinturas se componen de pigmentos, aglutinante y medio de disolución y posibles aditivos en obra. Pigmentos.

Aglutinante, podrán ser colas celulósicas, silicato de sosa, cemento blanco, cal apagada, resinas sintéticas, etc. El medio de disolución podrá ser:

-Agua, es el medio de disolución de pinturas como pintura a la cal, al temple, pintura al silicato, pintura plástica, al cemento, etc.;

-o de disolvente orgánico, como la pintura al esmalte, pintura al aceite, pintura martelé, laca nitrocelulósica, pintura de resina vinílica, pintura de barniz para interiores, pinturas bituminosas, barnices, pinturas intumescentes, pinturas ignífugas, pinturas intumescentes, etc.

Aditivos en obra: aceleradores de secado, tintes y colorantes, antisiliconas, disolventes, aditivos que matizan el brillo, etc.

En la recepción de cada pintura se verificará, el etiquetado de los envases, en este aparecerán las instrucciones de uso, la capacidad del envase, el sello del fabricante.

#### 2.22.1.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales

Conforme al CTE DB SE A apartado 3 durabilidad: Los materiales protectores deberán almacenarse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y su aplicación se realizará dentro del periodo de vida útil del material y en el tiempo indicado para su aplicación, de modo que la protección quede totalmente terminada en dichos plazos. El almacenamiento de las pinturas se hará de manera que no soporten temperaturas superiores a 40° C, y no se utilizarán una vez transcurrido su plazo de caducidad, que se estima en un año.

Se mezclarán los envases en el momento de abrirlos, removiéndolos, sin batirlos.

#### 2.22.1.3. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la

documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### 2.22.1.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Como recoge el DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. En el caso de que se obtengan mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

##### Ejecución

-Pintura a la cal: se aplicará una mano de fondo con pintura a la cal diluida, hasta la impregnación de los poros del ladrillo o cemento y dos manos de acabado.

-Pintura al silicato: se protegerán las carpinterías y vidrierías, dada la especial adherencia de este tipo de pintura y se aplicará una mano de fondo y otra de acabado.

-Pintura al cemento: se preparará en obra y se aplicará en dos capas espaciadas no menos de 24 horas.

-Pintura al temple: se aplicará una mano de fondo con temple diluido, hasta la impregnación de los poros del ladrillo, yeso o cemento y una mano de acabado.

-Pintura plástica, acrílica, vinílica: si es sobre ladrillo, yeso o cemento, se aplicará una mano de imprimación selladora y dos manos de acabado; si es sobre madera, se aplicará una mano de imprimación tapaporos, un plastecido de vetas y golpes con posterior lijado y dos manos de acabado.

-Pintura al esmalte: previa imprimación del soporte se aplicará una mano de fondo con la misma pintura diluida cuando el soporte sea yeso, cemento o madera, o dos manos de acabado cuando se trate de superficies metálicas.

-Pintura al aceite: se aplicará una mano de imprimación con brocha y otra de acabado, espaciándolas un tiempo entre 24 y 48 horas.

-Pintura martelé o esmalte de aspecto martelado: se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva y una mano de acabado a pistola.

-Laca nitrocelulósica: cuando el soporte sea madera, se aplicará una mano de imprimación no grasa y cuando se trate de superficies metálicas, una mano de imprimación antioxidante; a continuación, se aplicaran dos manos de acabado a pistola de laca nitrocelulósica.

-Barniz graso o sintético: se dará una mano de fondo con barniz diluido y tras un lijado fino del soporte, se aplicarán dos manos de acabado.

-Barniz hidrófugo de silicona: una vez limpio el soporte, se aplicará el número de manos recomendado por el fabricante. Deberán dejarse transcurrir los tiempos de secado especificados por el fabricante.

En las zonas próximas a los paramentos durante el periodo de secado, se impedirá la manipulación y trabajo con elementos que puedan desprender polvo o dejar partículas en suspensión.

Durante la aplicación del revestimiento, la temperatura ambiente no será menor de 12º C, ni mayor de 28º C a la sombra. En tiempo lluvioso se paralizará la aplicación cuando el paramento no esté protegido. No se pintará con viento o corrientes de aire por posibilidad de no poder realizar los empalmes correctamente ante el rápido secado de la pintura. El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación.

#### 2.22.1.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra

##### Soporte

Conforme al CTE DB SE A apartado 10.6, inmediatamente antes de iniciar a pintar se verificará que las superficies cumplen los requisitos del fabricante. El soporte estará limpio de polvo y grasa y libre de adherencias o imperfecciones.

Si la superficie a pintar está caliente a causa del sol directo puede dar lugar, si se pinta, a cráteres o ampollas. Si la pintura tiene un vehículo al aceite, existe riesgo de corrosión del metal.

Para poder aplicar impermeabilizantes de silicona sobre fábricas nuevas, habrán pasado al menos tres semanas desde su ejecución.

Si se usan pinturas de disolvente orgánico las superficies a recubrir estarán secas; para pinturas de cemento, el soporte estará humedecido. En soportes de madera, el contenido de humedad será del 8-14% para interiores y del 14-20% para exteriores.

Los cercos de puertas y ventanas, canalizaciones, instalaciones, bajantes, etc. estarán montados y recibidos. Podrá aplicarse, o no, una capa de imprimación tapaporos, selladora, anticorrosiva, etc.

Además, se tendrán las siguientes consideraciones según el tipo de soporte a revestir:

- Superficies metálicas: se realizará una limpieza general de la superficie. En el caso de hierro se realizará un raspado de óxidos con cepillo metálico, posteriormente una limpieza manual de la superficie. Se aplicará un material que desengrase a fondo de la superficie.
- Superficies de madera: Se realizará una limpieza general de la superficie y se verificará el contenido de humedad. En caso de estar afectada de hongos o insectos se tratará con materiales fungicidas, asimismo se sustituirán los nudos mal adheridos por cuñas de madera sana y se sangrarán aquellos que presenten exudado de resina. Se sellarán los nudos mediante goma laca dada a pincel, asegurándose que haya penetrado en las oquedades de los mismos y se liján las superficies.
- Superficies de yeso, cemento, albañilería y derivados: Se procederá a eliminar posibles eflorescencias salinas

y la alcalinidad con un tratamiento químico. Se rascarán las manchas superficiales producidas por moho y se desinfectará con fungicidas. Las manchas de humedades internas que lleven disueltas sales de hierro, se aislarán con materiales adecuados.

En el caso de pintura cemento, se humedecerá totalmente el soporte.

#### **2.22.1.6. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Pintura al temple: Acabados: liso, picado con rodillo de picar o goteado mediante proyección a pistola de gotas de temple. Pintura al cemento: Después de su aplicación se regarán las superficies pintadas dos o tres veces al día durante unas 12 horas.

#### **2.22.1.7. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se verificará el aspecto y color, la inexistencia de desconchados, embolsamientos y falta de uniformidad, etc., de la aplicación realizada.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.22.1.8. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Se verificará que se ha ejecutado correctamente la preparación del soporte (imprimación selladora, anticorrosivo, etc.), así como la aplicación del número de manos de pintura precisos.

#### **2.22.1.9. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

m<sup>2</sup> de superficie de revestimiento continuo con pintura o barniz, incluso preparación del soporte y de la pintura, mano de fondo y número de mano/s de acabado, incluso limpieza final. Totalmente terminado.

#### **2.22.1.10. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

##### **- Exteriores:**

- Sobre metal: pintura al esmalte.
- Sobre madera: pintura al óleo, al esmalte y barnices.
- Sobre ladrillo: cemento y derivados: pintura plástica, pintura a la cal, al silicato, al cemento, al esmalte y barniz hidrófugo.

##### **- Interiores:**

- Sobre madera: pintura plástica, al óleo, al esmalte, laca nitrocelulósica y barniz. Sobre metal: pintura al esmalte, pintura martelé y laca nitrocelulósica.
- Sobre yeso o escayola: pintura al temple, plástica y al esmalte. Sobre ladrillo: pintura al temple, a la cal y plástica.

Las pinturas aplicadas sobre los elementos constructivos diseñados para acondicionamiento acústico, no deberán modificar las propiedades absorbentes acústicas de éstos.

#### **2.22.1.11. Verificaciones y pruebas de servicio**

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

## **2.22.2. PINTURA Y REVESTIMIENTOS S/ PARAMENTOS EXTERIORES**

### **2.22.2.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB HE 1, apartado 6, si forma parte de la envolvente térmica, se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos : conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas

de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>. Los materiales utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por el coeficiente de absorción acústica, al menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio m, en el caso de materiales utilizados como absorbentes acústicos. Si no se conoce el valor del coeficiente de absorción acústica medio m, podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado, w.

-Imprimaciones: servirá de preparación de la superficie a pintar, podrán ser: imprimación anticorrosivo, ya sea de efecto barrera o protección activa; imprimación para galvanizados y metales no férricos; imprimación selladora para yeso y cemento; imprimación para madera o tapaporos; imprimación previa impermeabilización de muros, juntas y sobre hormigones de limpieza o regulación y las cimentaciones, etc.

-Pinturas y barnices: constituirán mano de fondo o de acabado de la superficie a revestir.

Las pinturas se componen de pigmentos, aglutinante y medio de disolución y posibles aditivos en obra. Pigmentos.

Aglutinante, podrán ser colas celulósicas, silicato de sosa, cemento blanco, cal apagada, resinas sintéticas, etc. El medio de disolución podrá ser:

-Agua, es el medio de disolución de pinturas como pintura a la cal, al temple, pintura al silicato, pintura plástica, al cemento, etc.;

-o de disolvente orgánico, como la pintura al esmalte, pintura al aceite, pintura martelé, laca nitrocelulósica, pintura de resina vinílica, pintura de barniz para interiores, pinturas bituminosas, barnices, pinturas intumescentes, pinturas ignífugas, pinturas intumescentes, etc.

Aditivos en obra: aceleradores de secado, tintes y colorantes, antisiliconas, disolventes, aditivos que matizan el brillo, etc.

En la recepción de cada pintura se verificará, el etiquetado de los envases, en este aparecerán las instrucciones de uso, la capacidad del envase, el sello del fabricante.

#### **2.2.2.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Conforme al CTE DB SE A apartado 3 durabilidad: Los materiales protectores deberán almacenarse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y su aplicación se realizará dentro del periodo de vida útil del material y en el tiempo indicado para su aplicación, de modo que la protección quede totalmente terminada en dichos plazos. El almacenamiento de las pinturas se hará de manera que no soporten temperaturas superiores a 40° C, y no se utilizarán una vez transcurrido su plazo de caducidad, que se estima en un año.

Se mezclarán los envases en el momento de abrirlos, removiéndolos, sin batirlos.

#### **2.2.2.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.2.2.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Como recoge el DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. En el caso de que se obtengan mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

Ejecución

-Pintura a la cal: se aplicará una mano de fondo con pintura a la cal diluida, hasta la impregnación de los poros del ladrillo o cemento y dos manos de acabado.

-Pintura al silicato: se protegerán las carpinterías y vidrierías, dada la especial adherencia de este tipo de pintura y se aplicará una mano de fondo y otra de acabado.

-Pintura al cemento: se preparará en obra y se aplicará en dos capas espaciadas no menos de 24 horas.

-Pintura al temple: se aplicará una mano de fondo con temple diluido, hasta la impregnación de los poros del ladrillo, yeso o cemento y una mano de acabado.

-Pintura plástica, acrílica, vinílica: si es sobre ladrillo, yeso o cemento, se aplicará una mano de imprimación selladora y dos manos de acabado; si es sobre madera, se aplicará una mano de imprimación tapaporos, un plastecido de vetas y golpes con posterior lijado y dos manos de acabado.

-Pintura al esmalte: previa imprimación del soporte se aplicará una mano de fondo con la misma pintura diluida cuando el soporte sea yeso, cemento o madera, o dos manos de acabado cuando se trate de superficies metálicas.

-Pintura al aceite: se aplicará una mano de imprimación con brocha y otra de acabado, espaciándolas un tiempo entre 24 y 48 horas.

-Pintura martelé o esmalte de aspecto martelado: se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva y una mano de acabado a pistola.

-Laca nitrocelulósica: cuando el soporte sea madera, se aplicará una mano de imprimación no grasa y cuando se trate de superficies metálicas, una mano de imprimación antioxidante; a continuación, se aplicaran dos manos de acabado a pistola de laca nitrocelulósica.

-Barniz graso o sintético: se dará una mano de fondo con barniz diluido y tras un lijado fino del soporte, se aplicarán dos manos de acabado.

-Barniz hidrófugo de silicona: una vez limpio el soporte, se aplicará el número de manos recomendado por el fabricante. Deberán dejarse transcurrir los tiempos de secado especificados por el fabricante.

En las zonas próximas a los paramentos durante el periodo de secado, se impedirá la manipulación y trabajo con elementos que puedan desprender polvo o dejar partículas en suspensión.

Durante la aplicación del revestimiento, la temperatura ambiente no será menor de 12° C, ni mayor de 28° C a la sombra. En tiempo lluvioso se paralizará la aplicación cuando el paramento no esté protegido. No se pintará con viento o corrientes de aire por posibilidad de no poder realizar los empalmes correctamente ante el rápido secado de la pintura. El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación.

#### **2.22.2.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

Conforme al CTE DB SE A apartado 10.6, inmediatamente antes de iniciar a pintar se verificará que las superficies cumplen los requisitos del fabricante. El soporte estará limpio de polvo y grasa y libre de adherencias o imperfecciones.

Si la superficie a pintar está caliente a causa del sol directo puede dar lugar, si se pinta, a cráteres o ampollas. Si la pintura tiene un vehículo al aceite, existe riesgo de corrosión del metal.

Para poder aplicar impermeabilizantes de silicona sobre fábricas nuevas, habrán pasado al menos tres semanas desde su ejecución.

Si se usan pinturas de disolvente orgánico las superficies a recubrir estarán secas; para pinturas de cemento, el soporte estará humedecido. En soportes de madera, el contenido de humedad será del 8-14% para interiores y del 14-20% para exteriores.

Los cercos de puertas y ventanas, canalizaciones, instalaciones, bajantes, etc. estarán montados y recibidos. Podrá aplicarse, o no, una capa de imprimación tapaporos, selladora, anticorrosiva, etc.

Además, se tendrán las siguientes consideraciones según el tipo de soporte a revestir:

- Superficies metálicas: se realizará una limpieza general de la superficie. En el caso de hierro se realizará un rascado de óxidos con cepillo metálico, posteriormente una limpieza manual de la superficie. Se aplicará un material que desengrase a fondo de la superficie.
- Superficies de madera: Se realizará una limpieza general de la superficie y se verificará el contenido de humedad. En caso de estar afectada de hongos o insectos se tratará con materiales fungicidas, asimismo se sustituirán los nudos mal adheridos por cuñas de madera sana y se sangrarán aquellos que presenten exudado de resina. Se sellarán los nudos mediante goma laca dada a pincel, asegurándose que haya penetrado en las oquedades de los mismos y se liján las superficies.
- Superficies de yeso, cemento, albañilería y derivados: Se procederá a eliminar posibles eflorescencias salinas y la alcalinidad con un tratamiento químico. Se rascarán las manchas superficiales producidas por moho y se desinfectará con fungicidas. Las manchas de humedades internas que lleven disueltas sales de hierro, se aislarán con materiales adecuados.

En el caso de pintura cemento, se humedecerá totalmente el soporte.

#### **2.22.2.6. Condiciones de terminación de unidades de obra**

- Pintura al temple: Acabados: liso, picado con rodillo de picar o goteado mediante proyección a pistola de gotas de temple.
- Pintura al cemento: Después de su aplicación se regarán las superficies pintadas dos o tres veces al día durante unas 12 horas.

#### **2.22.2.7. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se verificará el aspecto y color, la inexistencia de desconchados, embolsamientos y falta de uniformidad, etc., de la aplicación realizada.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.22.2.8. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Se verificará que se ha ejecutado correctamente la preparación del soporte (imprimación selladora, anticorrosivo, etc.), así como la aplicación del número de manos de pintura precisos.

#### **2.22.2.9. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

m<sup>2</sup> de superficie de revestimiento continuo con pintura o barniz, incluso preparación del soporte y de la pintura, mano de fondo y número de mano/s de acabado, incluso limpieza final. Totalmente terminado.

#### **2.22.2.10. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

- **Exteriores:**

- Sobre metal: pintura al esmalte.
- Sobre madera: pintura al óleo, al esmalte y barnices.
- Sobre ladrillo: cemento y derivados: pintura plástica, pintura a la cal, al silicato, al cemento, al esmalte y barniz hidrófugo.

- **Interiores:**

- Sobre madera: pintura plástica, al óleo, al esmalte, laca nitrocelulósica y barniz. Sobre metal: pintura al esmalte, pintura martelé y laca nitrocelulósica.
- Sobre yeso o escayola: pintura al temple, plástica y al esmalte. Sobre ladrillo: pintura al temple, a la cal y plástica.

Las pinturas aplicadas sobre los elementos constructivos diseñados para acondicionamiento acústico, no deberán modificar las propiedades absorbentes acústicas de éstos.

#### 2.22.2.11. Verificaciones y pruebas de servicio

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.
- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

### 2.22.3. TRATAMIENTO PREVIO SOBRE PARAMENTOS

#### 2.22.3.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Se atenderá a lo especificado en el CTE DB HE 1, apartado 6, si forma parte de la envolvente térmica, se verificará que los materiales cumplen las especificaciones de proyecto respecto a las propiedades higrotérmicas de los mismos: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$  y calor específico, de manera que se cumpla la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que forman la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deberán expresarse las características acústicas de los materiales utilizados en los elementos constructivos de separación. Los materiales que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $m$  en kg/m<sup>2</sup>. Los materiales utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por el coeficiente de absorción acústica, al menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio  $\alpha_m$ , en el caso de materiales utilizados como absorbentes acústicos. Si no se conoce el valor del coeficiente de absorción acústica medio  $\alpha_m$ , podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado,  $\alpha_w$ .

-Imprimaciones: servirá de preparación de la superficie a pintar, podrán ser: imprimación anticorrosiva, ya sea de efecto barrera o protección activa; imprimación para galvanizados y metales no férricos; imprimación selladora para yeso y cemento; imprimación para madera o tapaporos; imprimación previa impermeabilización de muros, juntas y sobre hormigones de limpieza o regulación y las cimentaciones, etc.

-Pinturas y barnices: constituirán mano de fondo o de acabado de la superficie a revestir.

Las pinturas se componen de pigmentos, aglutinante y medio de disolución y posibles aditivos en obra. Pigmentos.

Aglutinante, podrán ser colas celulósicas, silicato de sosa, cemento blanco, cal apagada, resinas sintéticas, etc. El medio de disolución podrá ser:

-Agua, es el medio de disolución de pinturas como pintura a la cal, al temple, pintura al silicato, pintura plástica, al cemento, etc.;

-o de disolvente orgánico, como la pintura al esmalte, pintura al aceite, pintura martelé, laca nitrocelulósica, pintura de resina vinílica, pintura de barniz para interiores, pinturas bituminosas, barnices, pinturas intumescentes, pinturas ignífugas, pinturas intumescentes, etc.

Aditivos en obra: aceleradores de secado, tintes y colorantes, antisiliconas, disolventes, aditivos que matizan el brillo, etc.

En la recepción de cada pintura se verificará, el etiquetado de los envases, en este aparecerán las instrucciones de uso, la capacidad del envase, el sello del fabricante.

#### 2.22.3.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales

Conforme al CTE DB SE A apartado 3 durabilidad: Los materiales protectores deberán almacenarse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y su aplicación se realizará dentro del periodo de vida útil del material y en

el tiempo indicado para su aplicación, de modo que la protección quede totalmente terminada en dichos plazos. El almacenamiento de las pinturas se hará de manera que no soporten temperaturas superiores a 40° C, y no se utilizarán una vez transcurrido su plazo de caducidad, que se estima en un año.

Se mezclarán los envases en el momento de abrirlos, removiéndolos, sin batirlos.

#### 2.22.3.3. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### 2.22.3.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Como recoge el DB HR, apartado 4.2, en el pliego también se expresarán las características acústicas de los elementos constructivos que se obtendrán mediante ensayos en laboratorio. En el caso de que se obtengan mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deberán incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

Ejecución

-Pintura a la cal: se aplicará una mano de fondo con pintura a la cal diluida, hasta la impregnación de los poros del ladrillo o cemento y dos manos de acabado.

-Pintura al silicato: se protegerán las carpinterías y vidrierías, dada la especial adherencia de este tipo de pintura y se aplicará una mano de fondo y otra de acabado.

-Pintura al cemento: se preparará en obra y se aplicará en dos capas espaciadas no menos de 24 horas.

-Pintura al temple: se aplicará una mano de fondo con temple diluido, hasta la impregnación de los poros del ladrillo, yeso o cemento y una mano de acabado.

-Pintura plástica, acrílica, vinílica: si es sobre ladrillo, yeso o cemento, se aplicará una mano de imprimación selladora y dos manos de acabado; si es sobre madera, se aplicará una mano de imprimación tapaporos, un plastecido de vetas y golpes con posterior lijado y dos manos de acabado.

-Pintura al esmalte: previa imprimación del soporte se aplicará una mano de fondo con la misma pintura diluida cuando el soporte sea yeso, cemento o madera, o dos manos de acabado cuando se trate de superficies metálicas.

-Pintura al aceite: se aplicará una mano de imprimación con brocha y otra de acabado, espaciándolas un tiempo entre 24 y 48 horas.

-Pintura martelé o esmalte de aspecto martelado: se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva y una mano de acabado a pistola.

-Laca nitrocelulósica: cuando el soporte sea madera, se aplicará una mano de imprimación no grasa y cuando se trate de superficies metálicas, una mano de imprimación antioxidante; a continuación, se aplicaran dos manos de acabado a pistola de laca nitrocelulósica.

-Barniz graso o sintético: se dará una mano de fondo con barniz diluido y tras un lijado fino del soporte, se aplicarán dos manos de acabado.

-Barniz hidrófugo de silicona: una vez limpio el soporte, se aplicará el número de manos recomendado por el fabricante. Deberán dejarse transcurrir los tiempos de secado especificados por el fabricante.

En las zonas próximas a los paramentos durante el periodo de secado, se impedirá la manipulación y trabajo con elementos que puedan desprender polvo o dejar partículas en suspensión.

Durante la aplicación del revestimiento, la temperatura ambiente no será menor de 12° C, ni mayor de 28° C a la sombra. En tiempo lluvioso se paralizará la aplicación cuando el paramento no esté protegido. No se pintará con viento o corrientes de aire por posibilidad de no poder realizar los empalmes correctamente ante el rápido secado de la pintura. El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación.

#### 2.22.3.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra

Soporte

Conforme al CTE DB SE A apartado 10.6, inmediatamente antes de iniciar a pintar se verificará que las superficies cumplen los requisitos del fabricante. El soporte estará limpio de polvo y grasa y libre de adherencias o imperfecciones.

Si la superficie a pintar está caliente a causa del sol directo puede dar lugar, si se pinta, a cráteres o ampollas. Si la pintura tiene un vehículo al aceite, existe riesgo de corrosión del metal.

Para poder aplicar impermeabilizantes de silicona sobre fábricas nuevas, habrán pasado al menos tres semanas desde su ejecución.

Si se usan pinturas de disolvente orgánico las superficies a recubrir estarán secas; para pinturas de cemento, el soporte estará humedecido. En soportes de madera, el contenido de humedad será del 8-14% para interiores y del 14-20% para exteriores.

Los cercos de puertas y ventanas, canalizaciones, instalaciones, bajantes, etc. estarán montados y recibidos. Podrá aplicarse, o no, una capa de imprimación tapaporos, selladora, anticorrosiva, etc.

Además, se tendrán las siguientes consideraciones según el tipo de soporte a revestir:

- Superficies metálicas: se realizará una limpieza general de la superficie. En el caso de hierro se realizará



un raspado de óxidos con cepillo metálico, posteriormente una limpieza manual de la superficie. Se aplicará un material que desengrase a fondo de la superficie.

- Superficies de madera: Se realizará una limpieza general de la superficie y se verificará el contenido de humedad. En caso de estar afectada de hongos o insectos se tratará con materiales fungicidas, asimismo se sustituirán los nudos mal adheridos por cuñas de madera sana y se sangrarán aquellos que presenten exudado de resina. Se sellarán los nudos mediante goma laca dada a pincel, asegurándose que haya penetrado en las oquedades de los mismos y se lijarán las superficies.
- Superficies de yeso, cemento, albañilería y derivados: Se procederá a eliminar posibles eflorescencias salinas y la alcalinidad con un tratamiento químico. Se rascarán las manchas superficiales producidas por moho y se desinfectará con fungicidas. Las manchas de humedades internas que lleven disueltas sales de hierro, se aislarán con materiales adecuados.

En el caso de pintura cemento, se humedecerá totalmente el soporte.

#### 2.22.3.6. Condiciones de terminación de unidades de obra

- Pintura al temple: Acabados: liso, picado con rodillo de picar o goteado mediante proyección a pistola de gotas de temple.
- Pintura al cemento: Después de su aplicación se regarán las superficies pintadas dos o tres veces al día durante unas 12 horas.

#### 2.22.3.7. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra

Se verificará el aspecto y color, la inexistencia de desconchados, embolsamientos y falta de uniformidad, etc., de la aplicación realizada.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### 2.22.3.8. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra

Control de ejecución

Se verificará que se ha ejecutado correctamente la preparación del soporte (imprimación selladora, anticorrosivo, etc.), así como la aplicación del número de manos de pintura precisos.

#### 2.22.3.9. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

m<sup>2</sup> de superficie de revestimiento continuo con pintura o barniz, incluso preparación del soporte y de la pintura, mano de fondo y número de mano/s de acabado, incluso limpieza final. Totalmente terminado.

#### 2.22.3.10. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra

Según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

##### - Exteriores:

- Sobre metal: pintura al esmalte.
- Sobre madera: pintura al óleo, al esmalte y barnices.
- Sobre ladrillo: cemento y derivados: pintura plástica, pintura a la cal, al silicato, al cemento, al esmalte y barniz hidrófugo.

##### - Interiores:

- Sobre madera: pintura plástica, al óleo, al esmalte, laca nitrocelulósica y barniz. Sobre metal: pintura al esmalte, pintura martelé y laca nitrocelulósica.
- Sobre yeso o escayola: pintura al temple, plástica y al esmalte. Sobre ladrillo: pintura al temple, a la cal y plástica.

Las pinturas aplicadas sobre los elementos constructivos diseñados para acondicionamiento acústico, no deberán modificar las propiedades absorbentes acústicas de éstos.

#### 2.22.3.11. Verificaciones y pruebas de servicio

Como se recoge en el CTE DB HR Capítulo 5.3: En el caso de que se realicen mediciones in situ para verificar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se harán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE- EN ISO 140-4, UNE-EN ISO 16283-1:2015 y UNE- EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo y en la UNE-EN ISO 3382, UNE-EN ISO 3382-1:2010 y UNE-EN ISO 3382-2:2008 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Se admiten tolerancias en el cumplimiento de las exigencias del DB HR entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR:

- Aislamiento a ruido de impacto: 3 dB.

- Tiempo de reverberación: 0,1 segundos.

## 2.23. **EXPLANACIÓN**

### 2.23.1. **DES BROCE DEL TERRENO**

#### 2.23.1.1. **Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

##### - **Tierras:**

De préstamo o propias de la excavación.

Se verificará, en la recepción de las tierras, que no sean expansivas, que no contengan restos vegetales y que no se encuentren contaminadas. Préstamos: el material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que se ordene.

##### - **Entibaciones:**

Elementos de madera, como pino o abeto: tableros, cabeceros, codales, etc. La madera aserrada se deberá ajustar, como mínimo, a la clase I/80.

No presentarán principio de pudrición, alteraciones ni defectos. Contenido de humedad mínimo igual o menor del 15%.

- Tensores circulares de acero protegido contra la corrosión.
- Sistemas prefabricados metálicos y/o de madera: tableros, placas, puntales, etc.
- Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.
- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

##### - **Préstamos:**

El contratista comunicará a la Dirección Facultativa, con suficiente antelación, la apertura de los préstamos, para que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado. Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

#### 2.23.1.2. **Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Depósitos de tierra: se deberán situar en los lugares que al efecto señale la Dirección Facultativa y evitando caída de material hacia la excavación y evitando obstaculizar la circulación.

#### 2.23.1.3. **Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

Si fuera precisa la realización de ensayos, se podrían realizar:

- Préstamos autorizados: con el material seleccionado. Ensayos para determinar las características físicas y mecánicas del nuevo suelo: identificación granulométrica. Límite líquido. Contenido de humedad. Contenido de materia orgánica. Índice CBR e hinchamiento. Densificación de los suelos bajo una determinada energía de compactación (ensayos Proctor Normal y Proctor Modificado). Lo que determinará su idoneidad y por tanto la aprobación para su uso.
- Entibaciones de madera: ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad. Peso específico. Higroscopicidad. Coeficiente de contracción volumétrica. Dureza. Resistencia a compresión. Resistencia a la flexión estática y módulo de elasticidad E. Resistencia a la tracción. Resistencia a la hienda. Resistencia a esfuerzo cortante.

#### 2.23.1.4. **Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

##### - **Ejecución**

Se verificarán el replanteo de los puntos de nivel marcados, y cuál es el espesor de la capa de tierra vegetal.

Se deberán tomar las medidas precisas para que la resistencia del terreno no excavado no sufra merma en su resistencia. Se tendrá especial atención en lo referente a la inestabilidad de taludes en suelos rocosos debido a voladuras con explosivos, deslizamientos debidos a descalce del pie de las excavaciones, encharcamientos por falta de drenaje, erosiones, etc.

##### - **Trabajos de desbroce del terreno, eliminación de tierra vegetal y limpieza:**

Se colocarán vallas en las zonas de vegetación y/o arbolado a mantener. Los árboles a derribar deberán caer hacia el centro de la zona acotada para su limpieza. Se eliminarán todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro, eliminándolos hasta una profundidad de 50 cm por debajo de la cota de excavación y mínimo 15 cm bajo la superficie natural del terreno. Se rellenarán y compactará con material del propio suelo, o material análogo, los huecos causados por estas extracciones.

La tierra vegetal que no se hubiera extraído en los trabajos de desbroce, se removerá y se acopiará para su posible utilización en protección de taludes o superficies erosionables si lo ordena la Dirección Facultativa.

##### - **Entibaciones y aseguramiento de taludes:**

Se deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de las excavaciones, y colocar de manera correcta los sistemas de entibación, de refuerzo y protección superficial del terreno, para evitar posibles desprendimientos y deslizamientos, esto se llevará a cabo, aunque dichos medios estén definidos en el proyecto ni hubieran sido ordenados por la Dirección Facultativa. Las uniones entre piezas de entibación garantizarán la rigidez y el monolitismo del conjunto.

En tierras cohesionadas, generalmente, se iniciará la entibación a partir de una altura de 60 cm o de 80 cm, colocándose a partir de esa profundidad cinturones horizontales de entibación, formados por dos o tres tablas horizontales, sostenidas por tabloncillos verticales apuntalados con maderas o gatos metálicos. Cuando se trate de entibación con tablas verticales, se colocarán actuando por secciones sucesivas, de 1,80 m de profundidad como máximo, mediante la colocación de tablas de 2 m, colocadas verticalmente y sujetadas por marcos horizontales. Así se consigue que las tablas sobrepasen 20 cm por encima de la zanja para que realice las funciones de rodapié y evitar la posible caída de objetos y materiales a la zanja.

En terrenos de dudosa cohesión se entibará verticalmente según se va excavando y extrayendo las tierras.

Se realizará de tal manera que se pueda desentibar una banda de terreno pudiendo dejar el resto entibado. Se colocarán los tableros y codales de modo que sea su cara mayor la que quede en contacto con el terreno o el tablero. Los codales tendrán una longitud de 2 cm más que la separación real entre cabeceros opuestos, se llevarán a su posición mediante golpeo con maza en sus extremos y deberán vibrar al golpearlos una vez colocados. Se evitará mediante taquetes clavados el deslizamiento de codales, cabeceros y tensores. Los empalmes de cabeceros se harán a tope, con codales a ambos lados de la junta.

En terrenos sueltos las tablas o tabloncillos se clavarán en el terreno antes de excavar, dejando empotrados al menos 20 cm en cada descenso.

En excavaciones en una arcilla que se haga fluida en el momento del trabajo o en una capa acuifera de arena fina, se deberán apuntalar fuertemente y utilizar planchas de entibación con una rigidez suficiente para evitar el hundimiento de dicha capa.

No deberán quedar paños excavados sin entibar al final de cada jornada. Antes del comienzo de los trabajos, diariamente se llevará a cabo la revisión de todas las entibaciones, reforzándolas, tensando los codales que se hayan aflojado, etc. Siempre que se hubieran interrumpido los trabajos por condiciones atmosféricas, más de un día, se extremará la prevención y revisión de las condiciones de la entibación.

**- Agotamientos y evacuación de las aguas de las excavaciones:**

Se adoptarán las medidas precisas para mantener libre de agua la zona de las excavaciones. Las aguas superficiales serán desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para impedir que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial y no se produzcan erosiones de los taludes. Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.2.1, será preceptivo disponer un adecuado sistema de protección de escorrentías superficiales que pudieran alcanzar al talud, y de drenaje interno que evite la acumulación de agua en el trasdós del talud.

Se paralizarán los trabajos en condiciones de temperatura inferiores a 2° C

**- Desmontes:**

El terreno se excavará con pala cargadora, entre los límites marcados, hasta la cota de la base de la maquinaria. La máquina descenderá hasta el siguiente nivel ejecutando la misma operación. La cota entre niveles sucesivos no será superior a 1,65 m. Y así hasta llegar a la cota final marcada.

Bordes con estructura de contención: Si existiera un borde en el que previamente se haya colocado una estructura de contención los trabajos se realizarán excavando en dirección no perpendicular a ella. Se dejará una zona de protección sin excavar por la máquina igual o mayor de 1 m. Esta franja se excavará a mano, antes de comenzar la excavación de la banda inferior.

Bordes ataluzados: Se excavará hasta el perfil previsto, redondeando las aristas de pie, quiebro y coronación a ambos lados, en una longitud igual o mayor que 1/4 de la altura de la franja ataluzada.

En excavaciones realizadas a mano, la altura máxima de las bandas horizontales excavadas será de 1,50 m.

En terreno natural con pendientes superiores a 1:5 se harán bermas de 50-80 cm de altura, 1,50 m de ancho y 4% de pendiente hacia adentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables, a fin de facilitar los diferentes niveles de actuación de la máquina.

Los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos que vendrán determinados en el proyecto. En zonas de desmonte en tierra, se eliminarán las rocas puedan aparecer en la explanada.

En las excavaciones en roca se tendrá especial cuidado en no dañar o desprender las rocas no excavadas. Especialmente los taludes del desmonte y en la cimentación de la futura explanada.

En la ejecución de terraplenes se excavará previamente el terreno natural, para preparar la base del terraplén, hasta una profundidad no menor que la capa vegetal, y como mínimo de 15 cm. Posteriormente se escarificará el terreno para conseguir la necesaria trabazón entre el relleno y el terreno. En el caso de terrenos inestables, turba o arcillas blandas, se eliminará este material o se procederá a su consolidación.

La base del terraplén se regará uniformemente y se compactará. Posteriormente se extenderán tongadas sucesivas, de anchura y espesor uniforme, paralelas a la explanación y con un pequeño desnivel, que permita desaguar. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes. En general y salvo que se prescriba lo contrario, los

equipos de transporte y extensión operarán sobre todo el ancho de cada capa.

En el caso de terraplenes sobre zonas de escasa capacidad portante se comenzarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

Tras extender cada tongada, se deberá proceder a su humectación, si es preciso, con humedecimiento uniforme. Si la humedad natural del material es excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas para su desecación.

El grado de humedad que se deberá conseguir se determinará según ensayos previos. Posteriormente se deberá proceder a la compactación.

- Bordes con estructuras de contención: se compactarán con compactador de arrastre manual.
- Bordes ataluzados: se redondearán todas las aristas en una longitud no menor que 1/4 de la altura de cada franja ataluzada.

En la coronación del terraplén (últimos 50 cm), se realizarán las labores de extendido y compactación de igual forma, hasta alcanzar una densidad seca del 100%. La última tongada se realizará con material seleccionado. En el caso de utilizar rodillos vibrantes para compactar, se darán unas últimas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar la vibración, y sellar la superficie.

Relleno del trasdós de los muros: se realizará cuando éstos tengan la resistencia precisa. Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.3, el relleno que se coloque adyacente a estructuras deberá disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para impedir daño a estas construcciones. Se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación, de no ser posible, el tráfico que precisamente tenga que pasar sobre las capas ejecutadas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

La excavación de los taludes se deberá realizar de manera que no se dañe su superficie final, y que se impida la descompresión excesiva o prematura de su pie y evitar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. En caso de tener que ejecutarse zanjas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. Se mantendrán abiertas el tiempo mínimo indispensable, compactándose cuidadosamente el material del relleno.

De realizarse medidas especiales para la protección superficial del talud: plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., se llevarán a cabo inmediatamente después de la excavación del talud. Salvo autorización expresa, no se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales junto a bordes de coronación de taludes.

En cuanto a los depósitos de tierra, el material depositado no se podrá colocar de manera que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo. Tendrán forma regular, con superficies lisas para favorecer la escorrentía de las aguas y taludes estables para evitar cualquier derrumbamiento.

En el caso de encontrar cualquier tipo de anomalía no prevista durante la excavación como variación de estratos o de sus características, emanaciones de gas, restos de construcciones, valores arqueológicos, se pararán los trabajos y se comunicará de forma inmediata a la Dirección Facultativa.

#### **2.23.1.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

A las compañías que tengan servicios en la zona se les pedirá plano en el que se recoja la posición y se consultará la solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, y las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica. Además, se realizarán catas de forma manual para cotejar la información obtenida de las compañías suministradoras respecto a la posición de las instalaciones y conducciones.

Se requerirá la documentación complementaria para detectar los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica. Se procederá a excavar el terreno en bandas horizontales que posteriormente se procederán a entibar.

Previamente al comienzo de los trabajos, si fuera preciso realizar entibaciones, se presentarán a la aprobación de la Dirección Facultativa los cálculos justificativos, que podrán ser modificados por la misma cuando lo considere preciso.

La elección del tipo de entibación dependerá del tipo de terreno, de las solicitudes por cimentación próxima o vial y de la profundidad del corte.

#### **2.23.1.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Desmante: no se aceptarán excavaciones por medios manuales de profundidad mayor de 1,65 m.

#### **2.23.1.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Superficies de excavación y explanadas limpias. Taludes estables.

#### **2.23.1.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se deberá proteger de las filtraciones y erosión provocada por aguas de escorrentía.

En los terraplenes se protegerán contra la erosión los bordes ataluzados, cuidando que la vegetación plantada no se seque, y contra la acumulación de aguas en la coronación, mantener los drenajes, y sistemas de desagües para su correcto funcionamiento. Se deberá cortar el suministro de agua en caso de fugas junto a los taludes. No se concentrarán cargas excesivas junto a la parte superior de bordes ataluzados.

No se depositarán elementos, escombros o materiales sobrantes sobre los taludes ni en la explanación. No se excavará en los pies de los taludes ni en su coronación modificando la geometría del mismo.

Se regarán regularmente para mantener el contenido de humedad.

El desmontaje de la entibación se realizará de manera horizontal comenzando por las franjas inferiores

Se protegerán especialmente los taludes expuestos a erosión potencial garantizar su adecuado nivel de seguridad. Se deberá acodalar y tensar la parte inferior de la última banda excavada antes de abandonar el tajo.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.23.1.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

##### **- Control de ejecución**

Se prestará especial atención en el control de ejecución de:

-Limpieza y desbroce del terreno. Situación del elemento.

Cota de la explanación.

Situación de vértices del perímetro. Distancias relativas a otros elementos. Forma y dimensiones del elemento.

Horizontalidad: nivelación de la explanada. Altura: grosor de la franja excavada.

Condiciones de borde exterior.

Limpieza de la superficie de la explanada en cuanto a eliminación de restos vegetales y restos susceptibles de pudrición.

-Retirada de tierra vegetal.

Comprobación geométrica de las superficies resultantes tras la retirada de la tierra vegetal.

-Desmontes.

Control geométrico: se verificarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo del eje, bordes de la explanación y pendiente de taludes, con mira cada 20 m como mínimo.

-Base del terraplén.

Control geométrico: se verificarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo. Nivelación de la explanada.

Densidad del relleno del núcleo y de coronación.

-Entibación de zanja.

Replanteo, no admitiéndose errores superiores al 2,5/1000 y variaciones en  $\pm 10$  cm.

Se verificará una escuadría, y la separación y posición de la entibación, no aceptándose que sean inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

#### **2.23.1.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m2 de limpieza y desbroce del terreno con medios manuales o mecánicos.
- m3 de retirada y apilado de capa tierra vegetal, con medios manuales o mecánicos.
- m3 de desmonte, incluyendo replanteo y afinado. Medido el volumen excavado sobre perfiles. Justificando el exceso de excavación si se produjera.
- m3 de base de terraplén, incluyendo replanteo, desbroce y afinado. Medido el volumen excavado sobre perfiles.
- m3 de terraplén, incluyendo la extensión, riego, compactación y refino de taludes. Medido el volumen rellenado sobre perfiles.
- m2 de entibación, incluyendo los clavos y cuñas precisos, retirada, limpieza y apilado del material. Totalmente terminada.

### **2.23.2. ZANJAS**

#### **2.23.2.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

##### **- Entibaciones.**

Elementos de madera, como pino o abeto: tableros, cabeceros, codales, etc. La madera aserrada se deberá ajustar, como mínimo, a la clase I/80.

No presentarán principio de pudrición, alteraciones ni defectos. Contenido de humedad mínimo igual o menor del 15%.

Tensores circulares de acero protegido contra la corrosión.

-Sistemas prefabricados metálicos y/o de madera: tableros, placas, puntales, etc.

-Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.

-Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

-Maquinaria: pala cargadora, compresor, martillo neumático, martillo rompedor.

#### **2.23.2.2. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

Si fuera necesaria la realización de ensayos, se podrían realizar:

Entibaciones de madera: ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad. Peso específico. Higroscopicidad. Coeficiente de contracción volumétrica. Dureza. Resistencia a compresión. Resistencia a la flexión estática y módulo de elasticidad E. Resistencia a la tracción. Resistencia a la hienda. Resistencia a esfuerzo cortante.

### 2.23.2.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

#### - Ejecución

La Dirección Facultativa comprobará el replanteo de las zanjas o pozos, y autorizará el comienzo de la excavación. Se excavará hasta la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada. En el caso de zanjas o pozos para cimientos, la excavación comenzará cuando se disponga de los elementos para la construcción de los mismos, excavándose los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

#### - Entibaciones:

Se deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de las excavaciones, por lo que si resultan inestables se entibarán. Las uniones entre piezas de entibación garantizarán la rigidez y el monolitismo del conjunto.

La excavación se llevará a cabo en bandas horizontales de altura igual a la separación entre codales más 30 cm, máximo, y se irá entibando a medida que se excava. Los materiales de excavación aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar a un solo lado de la zanja a una separación mínima de 60 cm del borde.

Los apeos, apuntalamientos, contenciones, etc., realizados para la sujeción de construcciones, vallados, cerramientos o terrenos adyacentes a las excavaciones, se mantendrán mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y el fondo de pozos y zanjas. En el caso de zanjas o pozos para cimentación, una vez realizada la excavación se revisarán las edificaciones medianeras.

Generalmente, se impedirá la entrada de aguas superficiales a los pozos o zanjas, achicándolas lo antes posible y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas.

#### - Excavación de los Pozos y zanjas:

Conforme al CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, la excavación deberá hacerse con sumo cuidado para que la alteración de las características mecánicas del suelo sea la mínima inevitable. Las dimensiones serán las fijadas en el proyecto, así como la cota de profundidad. La Dirección Facultativa ordenará por escrito o gráficamente las posibles modificaciones a las mismas a la vista de la naturaleza y condiciones del terreno excavado.

Para la excavación de pozos junto a cimentaciones próximas y con una mayor profundidad que éstas, se deberán realizar los trabajos de excavación y consolidación en el menor tiempo posible; de ser posible realizar apeos para reducir la presión de la cimentación sobre el terreno. En caso de ser necesario se podrá dejar media cara vista de la zapata existente, como máximo, y convenientemente entibada. La excavación se llevará a cabo separando los ejes de pozos abiertos consecutivos no menos de la suma de las separaciones entre tres zapatas aisladas o mayor o igual a 4 m en zapatas corridas o losas. No se considerarán pozos abiertos los que ya posean estructura final y consolidada de contención o se hayan rellenado compactando el terreno.

En el caso de excavaciones a máquina además será necesario que el terreno admita talud en corte vertical para esa profundidad y que la separación entre el tajo de la máquina y la entibación no sea mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

En la ejecución con bataches se procederá conforme a la siguiente secuencia: se replantearán los bataches; se comenzará la excavación alternada de los bataches, comenzando por uno de los extremos del talud; se ejecutarán los elementos estructurales de contención de las zonas excavadas, en el mismo orden de excavación. Generalmente se ejecutarán comenzando por la parte inferior en el caso de excavación con máquina, y superior en excavaciones manuales. No se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del batache, debiendo separarse del mismo una distancia no menor de dos veces su profundidad.

En bataches realizados a máquina se acotará la zona de acción de cada máquina.

Podrán vaciarse los bataches sin realizar previamente la estructura de contención, hasta una profundidad máxima, igual a la altura del plano de cimentación próximo más la mitad de la distancia horizontal, desde el borde de coronación del talud a la cimentación o vial más próximo ( $h+D/2$ ).

Se entibarán los bataches con anchura igual o mayor de 3 m.

En las labores de refino se retirarán los fragmentos de roca, lajas, terreno, etc., que hayan quedado de manera inestable en la superficie final de la excavación, para evitar que se desprendan. El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si se produjera un sobrecorte de excavación, inadmisibles bajo el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado. En terrenos que la lluvia les pueda afectar bien por meteorización o erosión, las operaciones de refino se harán en un plazo comprendido entre 3 y 30 días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas del sitio.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, aunque el terreno firme se encuentre muy superficial, es conveniente profundizar de 0,5 m a 0,8 m por debajo de la rasante.

### 2.23.2.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra

Se verificarán las instalaciones que se puedan ser afectadas por el vaciado, pidiendo a las Compañías Suministradoras la posición y solución a adoptar, también se determinará la distancia de seguridad a tendidos eléctricos aéreos. Se deberán realizar catas de forma manual para comprobar la información de las Compañías. También la distancia, profundidad y tipo de la cimentación y estructura de contención de los edificios que puedan verse afectados por el vaciado. Se estudiará la necesidad de apeos.

Los elementos de Servicio Público que se puedan ver afectados por la excavación, como bocas de riego, tapas de alcantarillado, sumideros, farolas, árboles, etc., se deberán proteger.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que no puedan ser afectados por el vaciado, además de las camillas dobles separadas del borde del vaciado mínimo un metro. En los puntos de referencia se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno y/o de las edificaciones que se recojan en proyecto. Diariamente se anotarán dichos los desplazamientos control por la Dirección Facultativa.

Antes del comienzo de las excavaciones, se deberá aprobar por parte de la Dirección Facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte.

Se presentarán para aprobación de la Dirección Facultativa los cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, antes de iniciar los trabajos. Se tendrá en cuenta para la elección de las entibaciones el tipo de terreno, las solicitudes por cimentaciones o viales próximos y de la profundidad de la excavación.

Se determinarán las características de las cimentaciones situadas a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja.

El contratista notificará a la Dirección Facultativa, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, para que éste pueda efectuar las mediciones precisas sobre el terreno inalterado.

En todos los casos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo.

#### **2.23.2.5. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Comprobación final:

Una tolerancia de  $\pm 5$  cm, de las superficies de fondo y paredes una vez refinadas.

El grado de acabado de refino de taludes el que se pueda conseguir utilizando los medios mecánicos, sin desviaciones de línea y pendiente, superiores a 15 cm, comprobando con regla de 4 m.

Las irregularidades se corregirán conforme a lo que disponga la Dirección Facultativa.

#### **2.23.2.6. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Una vez realizadas las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios precisos para mantener la estabilidad de deberán conservar las excavaciones en las condiciones de acabado.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, una vez hecha la excavación hasta la profundidad precisa y antes de constituir la solera de asiento, se nivelará bien el fondo para que la superficie quede sensiblemente de acuerdo con el proyecto, y se limpiará y apisonará ligeramente.

Se verificarán las cotas y pendientes finales con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

#### **2.23.2.7. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

En terrenos que puedan ser erosionados o meteorizados por las lluvias, la excavación no deberá permanecer abierta a su rasante final más de 8 días sin que sea protegida o finalizados los trabajos de colocación de la tubería, cimentación o conducción a instalar en ella.

Se deberá acodalar y tensar la parte inferior de la última banda excavada antes de abandonar el tajo. Se deberá proteger de las filtraciones y erosión provocada por aguas de escorrentía.

El desmontaje de la entibación se realizará de manera horizontal comenzando por las franjas inferiores

Se revisarán las entibaciones al comienzo de cada jornada de trabajo, tensando los codales que se hayan aflojado. En interrupciones de trabajo de más de un día y/o la presencia de lluvias o heladas se extremarán las precauciones.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.23.2.8. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Se prestará especial atención en el control de ejecución de:

-Replanteo:

- Dimensiones en planta y cotas de fondo.
- Errores en Control de ejecución
- Dimensiones en planta y cotas de fondo.
- Errores en las dimensiones, respecto al replanteo, superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.

-Durante la excavación:

- Se comprobará que los terrenos atravesados y de fondo son los que recoge el proyecto y en el estudio geotécnico. Grosor de las capas. Compacidad del terreno de fondo.

- Se comprobará la cota del fondo.
- En excavaciones con medianeras. Mantener precauciones y hacer revisión general de las edificaciones medianeras al terminar el vaciado. Se comprobará el nivel freático en relación con lo previsto.
- Defectos a simple vista, cavernas, galerías, colectores, etc. Agresividad del terreno y/o del agua freática.
- Pozos. Entibación en su caso.

-Entibación de zanja.

- Errores en las dimensiones, respecto al replanteo, superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.
- Verificar la escuadría, separación y posición de la entibación, no aceptándose que sean inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

-Entibación de pozo:

- Por cada pozo se verificará una escuadría, separación y posición, no aceptándose si las escuadrías, separaciones y/o posiciones son inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.
- Las dimensiones, respecto al replanteo, superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.

#### 2.23.2.9. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m3 de excavación a cielo abierto, medido sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de comenzar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.
- m2 de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras, en terrenos deficientes, blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.
- m2 de entibación, totalmente terminada, incluyendo los clavos y cuñas precisos, retirada, limpieza y apilado del material.

### 2.23.3. PRÉSTAMOS

#### 2.23.3.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados.

Incluye la mayor parte de los suelos, normalmente granulares. También algunos materiales resultantes de la actividad industrial: ciertas escorias y cenizas pulverizadas. En ocasiones pueden utilizarse materiales manufacturados, como agregados ligeros. En el caso de suelos cohesivos deberán cumplir ciertas condiciones especiales de selección, colocación y compactación.

Se verificará que el material es homogéneo y que su humedad es la adecuada para impedir su segregación durante su puesta en obra y que obtenga el grado de compactación exigido, antes de proceder a extenderlo.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.2, se tomarán en consideración para la selección del material de relleno los siguientes aspectos: granulometría; resistencia a la trituración y desgaste; compactibilidad; permeabilidad; plasticidad; resistencia al subsuelo; contenido en materia orgánica; agresividad química; efectos contaminantes; solubilidad; inestabilidad de volumen; susceptibilidad a las bajas temperaturas y a la helada; resistencia a la intemperie; posibles cambios de propiedades debidos a la excavación, transporte y colocación; posible cementación tras su colocación.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.2, normalmente no se utilizarán los suelos expansivos o solubles. Tampoco los susceptibles a la helada o que contengan, en alguna proporción, hielo, nieve o turba si van a utilizarse como relleno estructural.

#### 2.23.3.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales

Se evitará la segregación y contaminación formando los acopios sobre superficies que no estén contaminadas, evitando mezclar materiales de distintos tipos y acortando el tiempo de exposición a la intemperie.

#### 2.23.3.3. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

El tipo, número y frecuencia de los ensayos dependerá del tipo y heterogeneidad del material y de la naturaleza de la construcción en que vaya a utilizarse el relleno. Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.1, se deberá disponer de un material de características adecuadas al proceso de colocación y compactación y que permita obtener, después del mismo, las precisas propiedades geotécnicas.

#### 2.23.3.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

##### - Ejecución

En rellenos con tierras propias, generalmente, se verterán las tierras en el orden inverso al de su extracción. Rellenando por tongadas de 20cm, apisonando, desechando áridos o terrones mayores de 8 cm.

En relleno con tierras arenosas, se compactará con bandeja vibratoria.



En rellenos en el trasdós de muros, se deberá realizar cuando éste tenga la resistencia precisa y no antes de 21 días cuando se trate de muros de hormigón.

- Conforme al CTE DB SE C, apartado 4.5.3, antes de proceder al relleno, se ejecutará una buena limpieza del fondo y, si es preciso, se apisonará o compactará debidamente. Previamente a la colocación de rellenos bajo el agua deberá dragarse cualquier suelo blando existente.
- Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.3, los procedimientos de colocación y compactación del relleno deberán asegurar su estabilidad en todo momento, evitando además cualquier perturbación del subsuelo natural.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.3, el relleno que se coloque adyacente a estructuras deberá disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para impedir daño a estas construcciones.

#### **2.23.3.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Las excavaciones presentarán un aspecto cohesivo, con los laterales y fondos limpios y perfilados y se habrán eliminado los lentejones.

En rellenos sobre terrenos en los que existan corrientes de agua superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y captarán las segundas, conduciéndolas fuera del área donde vaya a realizarse el relleno, previo a ejecutarlo.

#### **2.23.3.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

El relleno se deberá ajustar a lo especificado y sin asientos en su superficie.

Se verificará, que la densidad de muestras de terreno apisonado no sea menor que el terreno inalterado colindante. Si se produjese contaminación en alguna zona del relleno, dicho material se desechará y se sustituirá por terreno sin contaminar.

#### **2.23.3.7. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se harán en el plazo lo más corto posible, cubriéndose para impedir la contaminación del relleno.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.23.3.8. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.4, el control de un relleno deberá asegurar que el material, su contenido de humedad en la colocación y su grado final de compacidad obedecen a lo especificado.

Ensayos y pruebas

Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.4, el grado de compacidad se especificará como porcentaje del obtenido como máximo en un ensayo de referencia como el Proctor. En rellenos con alta proporción de áridos de tamaño grueso no son aplicables los ensayos Proctor. Por lo que se verificará la compacidad por métodos de campo: ensayos de carga con placa, rellenos de prueba para definir el proceso final, verificar asientos haciendo una pasada adicional del equipo de compactación, así como el empleo de métodos dinámicos o sísmicos.

#### **2.23.3.9. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m3 de relleno y extendido de material filtrante, compactado, incluso refino de taludes.
- m3 de relleno de zanjas o pozos, con tierras propias, tierras de préstamo y arena, compactadas por tongadas uniformes, con pisón manual o bandeja vibratoria.

### **2.23.4. PERFILADOS Y RASANTEOS**

#### **2.23.4.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

##### **- Tierras:**

De préstamo o propias de la excavación.

Se verificará, en la recepción de las tierras, que no sean expansivas, que no contengan restos vegetales y que no se encuentren contaminadas. Préstamos: el material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que se ordene.

##### **- Entibaciones:**

Elementos de madera, como pino o abeto: tableros, cabeceros, codales, etc. La madera aserrada se deberá ajustar, como mínimo, a la clase I/80.

No presentarán principio de pudrición, alteraciones ni defectos. Contenido de humedad mínimo igual o menor del 15%.

- Tensores circulares de acero protegido contra la corrosión.
- Sistemas prefabricados metálicos y/o de madera: tableros, placas, puntales, etc.
- Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.

- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

#### - **Préstamos:**

El contratista comunicará a la Dirección Facultativa, con suficiente antelación, la apertura de los préstamos, para que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado. Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

#### **2.23.4.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Depósitos de tierra: se deberán situar en los lugares que al efecto señale la Dirección Facultativa y evitando caída de material hacia la excavación y evitando obstaculizar la circulación.

#### **2.23.4.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

Si fuera precisa la realización de ensayos, se podrían realizar:

- Préstamos autorizados: con el material seleccionado. Ensayos para determinar las características físicas y mecánicas del nuevo suelo: identificación granulométrica. Límite líquido. Contenido de humedad. Contenido de materia orgánica. Índice CBR e hinchamiento. Densificación de los suelos bajo una determinada energía de compactación (ensayos Proctor Normal y Proctor Modificado). Lo que determinará su idoneidad y por tanto la aprobación para su uso.
- Entibaciones de madera: ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad. Peso específico. Higroscopicidad. Coeficiente de contracción volumétrica. Dureza. Resistencia a compresión. Resistencia a la flexión estática y módulo de elasticidad E. Resistencia a la tracción. Resistencia a la hienda. Resistencia a esfuerzo cortante.

#### **2.23.4.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

##### - **Ejecución**

Se verificarán el replanteo de los puntos de nivel marcados, y cuál es el espesor de la capa de tierra vegetal.

Se deberán tomar las medidas precisas para que la resistencia del terreno no excavado no sufra merma en su resistencia. Se tendrá especial atención en lo referente a la inestabilidad de taludes en suelos rocosos debido a voladuras con explosivos, deslizamientos debidos a descalce del pie de las excavaciones, encharcamientos por falta de drenaje, erosiones, etc.

##### - **Trabajos de desbroce del terreno, eliminación de tierra vegetal y limpieza:**

Se colocarán vallas en las zonas de vegetación y/o arbolado a mantener. Los árboles a derribar deberán caer hacia el centro de la zona acotada para su limpieza. Se eliminarán todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro, eliminándolos hasta una profundidad de 50 cm por debajo de la cota de excavación y mínimo 15 cm bajo la superficie natural del terreno. Se rellenarán y compactará con material del propio suelo, o material análogo, los huecos causados por estas extracciones.

La tierra vegetal que no se hubiera extraído en los trabajos de desbroce, se removerá y se acopiará para su posible utilización en protección de taludes o superficies erosionables si lo ordena la Dirección Facultativa.

##### - **Entibaciones y aseguramiento de taludes:**

Se deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de las excavaciones, y colocar de manera correcta los sistemas de entibación, de refuerzo y protección superficial del terreno, para evitar posibles desprendimientos y deslizamientos, esto se llevará a cabo, aunque dichos medios estén definidos en el proyecto ni hubieran sido ordenados por la Dirección Facultativa. Las uniones entre piezas de entibación garantizarán la rigidez y el monolitismo del conjunto.

En tierras cohesionadas, generalmente, se iniciará la entibación a partir de una altura de 60 cm o de 80 cm, colocándose a partir de esa profundidad cinturones horizontales de entibación, formados por dos o tres tablas horizontales, sostenidas por tabloncillos verticales apuntalados con maderas o gatos metálicos. Cuando se trate de entibación con tablas verticales, se colocarán actuando por secciones sucesivas, de 1,80 m de profundidad como máximo, mediante la colocación de tablas de 2 m, colocadas verticalmente y sujetadas por marcos horizontales. Así se consigue que las tablas sobrepasen 20 cm por encima de la zanja para que realice las funciones de rodapié y evitar la posible caída de objetos y materiales a la zanja.

En terrenos de dudosa cohesión se entibará verticalmente según se va excavando y extrayendo las tierras.

Se realizará de tal manera que se pueda desentibar una banda de terreno pudiendo dejar el resto entibado. Se colocarán los tableros y codales de modo que sea su cara mayor la que quede en contacto con el terreno o el tablero. Los codales tendrán una longitud de 2 cm más que la separación real entre cabeceros opuestos, se llevarán a su posición mediante golpeo con maza en sus extremos y deberán vibrar al golpearlos una vez colocados. Se evitará mediante taquetes clavados el deslizamiento de codales, cabeceros y tensores. Los empalmes de cabeceros se harán a tope, con codales a ambos lados de la junta.

En terrenos sueltos las tablas o tabloncillos se clavarán en el terreno antes de excavar, dejando empotrados al menos 20

cm en cada descenso.

En excavaciones en una arcilla que se haga fluida en el momento del trabajo o en una capa acuífera de arena fina, se deberán apuntalar fuertemente y utilizar planchas de entibación con una rigidez suficiente para evitar el hundimiento de dicha capa.

No deberán quedar paños excavados sin entibar al final de cada jornada. Antes del comienzo de los trabajos, diariamente se llevará a cabo la revisión de todas las entibaciones, reforzándolas, tensando los codales que se hayan aflojado, etc. Siempre que se hubieran interrumpido los trabajos por condiciones atmosféricas, más de un día, se extremará la prevención y revisión de las condiciones de la entibación.

**- Agotamientos y evacuación de las aguas de las excavaciones:**

Se adoptarán las medidas precisas para mantener libre de agua la zona de las excavaciones. Las aguas superficiales serán desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para impedir que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial y no se produzcan erosiones de los taludes. Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.2.1, será preceptivo disponer un adecuado sistema de protección de escorrentías superficiales que pudieran alcanzar al talud, y de drenaje interno que evite la acumulación de agua en el trasdós del talud.

Se paralizarán los trabajos en condiciones de temperatura inferiores a 2º C

**- Desmontes:**

El terreno se excavará con pala cargadora, entre los límites marcados, hasta la cota de la base de la maquinaria. La máquina descenderá hasta el siguiente nivel ejecutando la misma operación. La cota entre niveles sucesivos no será superior a 1,65 m. Y así hasta llegar a la cota final marcada.

Bordes con estructura de contención: Si existiera un borde en el que previamente se haya colocado una estructura de contención los trabajos se realizarán excavando en dirección no perpendicular a ella. Se dejará una zona de protección sin excavar por la máquina igual o mayor de 1 m. Esta franja se excavará a mano, antes de comenzar la excavación de la banda inferior.

Bordes ataluzados: Se excavará hasta el perfil previsto, redondeando las aristas de pie, quiebro y coronación a ambos lados, en una longitud igual o mayor que 1/4 de la altura de la franja ataluzada.

En excavaciones realizadas a mano, la altura máxima de las bandas horizontales excavadas será de 1,50 m.

En terreno natural con pendientes superiores a 1:5 se harán bermas de 50-80 cm de altura, 1,50 m de ancho y 4% de pendiente hacia adentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables, a fin de facilitar los diferentes niveles de actuación de la máquina.

Los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos que vendrán determinados en el proyecto. En zonas de desmonte en tierra, se eliminarán las rocas puedan aparecer en la explanada.

En las excavaciones en roca se tendrá especial cuidado en no dañar o desprender las rocas no excavadas. Especialmente los taludes del desmonte y en la cimentación de la futura explanada.

En la ejecución de terraplenes se excavará previamente el terreno natural, para preparar la base del terraplado, hasta una profundidad no menor que la capa vegetal, y como mínimo de 15 cm. Posteriormente se escarificará el terreno para conseguir la necesaria trabazón entre el relleno y el terreno. En el caso de terrenos inestables, turba o arcillas blandas, se eliminará este material o se procederá a su consolidación.

La base del terraplén se regará uniformemente y se compactará. Posteriormente se extenderán tongadas sucesivas, de anchura y espesor uniforme, paralelas a la explanación y con un pequeño desnivel, que permita desaguar. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes. En general y salvo que se prescriba lo contrario, los equipos de transporte y extensión operarán sobre todo el ancho de cada capa.

En el caso de terraplenes sobre zonas de escasa capacidad portante se comenzarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

Tras extender cada tongada, se deberá proceder a su humectación, si es preciso, con humedecimiento uniforme. Si la humedad natural del material es excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas para su desecación.

El grado de humedad que se deberá conseguir se determinará según ensayos previos. Posteriormente se deberá proceder a la compactación.

- Bordes con estructuras de contención: se compactarán con compactador de arrastre manual.
- Bordes ataluzados: se redondearán todas las aristas en una longitud no menor que 1/4 de la altura de cada franja ataluzada.

En la coronación del terraplén (últimos 50 cm), se realizarán las labores de extendido y compactación de igual forma, hasta alcanzar una densidad seca del 100%. La última tongada se realizará con material seleccionado. En el caso de utilizar rodillos vibrantes para compactar, se darán unas últimas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar la vibración, y sellar la superficie.

Relleno del trasdós de los muros: se realizará cuando éstos tengan la resistencia precisa. Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.3, el relleno que se coloque adyacente a estructuras deberá disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para impedir daño a estas construcciones. Se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación, de no ser posible, el tráfico que precisamente

tenga que pasar sobre las capas ejecutadas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

La excavación de los taludes se deberá realizar de manera que no se dañe su superficie final, y que se impida la descompresión excesiva o prematura de su pie y evitar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. En caso de tener que ejecutarse zanjas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. Se mantendrán abiertas el tiempo mínimo indispensable, compactándose cuidadosamente el material del relleno.

De realizarse medidas especiales para la protección superficial del talud: plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., se llevarán a cabo inmediatamente después de la excavación del talud. Salvo autorización expresa, no se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales junto a bordes de coronación de taludes.

En cuanto a los depósitos de tierra, el material depositado no se podrá colocar de manera que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo. Tendrán forma regular, con superficies lisas para favorecer la escorrentía de las aguas y taludes estables para evitar cualquier derrumbamiento.

En el caso de encontrar cualquier tipo de anomalía no prevista durante la excavación como variación de estratos o de sus características, emanaciones de gas, restos de construcciones, valores arqueológicos, se pararán los trabajos y se comunicará de forma inmediata a la Dirección Facultativa.

#### **2.23.4.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

A las compañías que tengan servicios en la zona se les pedirá plano en el que se recoja la posición y se consultará la solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, y las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica. Además, se realizarán catas de forma manual para cotejar la información obtenida de las compañías suministradoras respecto a la posición de las instalaciones y conducciones.

Se requerirá la documentación complementaria para detectar los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica. Se procederá a excavar el terreno en bandas horizontales que posteriormente se procederán a entibar.

Previamente al comienzo de los trabajos, si fuera preciso realizar entibaciones, se presentarán a la aprobación de la Dirección Facultativa los cálculos justificativos, que podrán ser modificados por la misma cuando lo considere preciso.

La elección del tipo de entibación dependerá del tipo de terreno, de las solicitudes por cimentación próxima o vial y de la profundidad del corte.

#### **2.23.4.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Desmante: no se aceptarán excavaciones por medios manuales de profundidad mayor de 1,65 m.

#### **2.23.4.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Superficies de excavación y explanadas limpias. Taludes estables.

#### **2.23.4.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se deberá proteger de las filtraciones y erosión provocada por aguas de escorrentía.

En los terraplenes se protegerán contra la erosión los bordes ataluzados, cuidando que la vegetación plantada no se seque, y contra la acumulación de aguas en la coronación, mantener los drenajes, y sistemas de desagües para su correcto funcionamiento. Se deberá cortar el suministro de agua en caso de fugas junto a los taludes. No se concentrarán cargas excesivas junto a la parte superior de bordes ataluzados.

No se depositarán elementos, escombros o materiales sobrantes sobre los taludes ni en la explanación. No se excavará en los pies de los taludes ni en su coronación modificando la geometría del mismo.

Se regarán regularmente para mantener el contenido de humedad.

El desmontaje de la entibación se realizará de manera horizontal comenzando por las franjas inferiores

Se protegerán especialmente los taludes expuestos a erosión potencial garantizar su adecuado nivel de seguridad. Se deberá acodalar y tensar la parte inferior de la última banda excavada antes de abandonar el tajo.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.23.4.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

##### **- Control de ejecución**

Se prestará especial atención en el control de ejecución de:

-Limpieza y desbroce del terreno. Situación del elemento.

Cota de la explanación.

Situación de vértices del perímetro. Distancias relativas a otros elementos. Forma y dimensiones del elemento.

Horizontalidad: nivelación de la explanada. Altura: grosor de la franja excavada.

Condiciones de borde exterior.

Limpieza de la superficie de la explanada en cuanto a eliminación de restos vegetales y restos susceptibles de pudrición.

-Retirada de tierra vegetal.

Comprobación geométrica de las superficies resultantes tras la retirada de la tierra vegetal.

-Desmontes.

Control geométrico: se verificarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo del eje, bordes de la explanación y pendiente de taludes, con mira cada 20 m como mínimo.

-Base del terraplén.

Control geométrico: se verificarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo. Nivelación de la explanada.

Densidad del relleno del núcleo y de coronación.

-Entibación de zanja.

Replanteo, no admitiéndose errores superiores al 2,5/1000 y variaciones en  $\pm 10$  cm.

Se verificará una escuadría, y la separación y posición de la entibación, no aceptándose que sean inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

#### **2.23.4.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m2 de limpieza y desbroce del terreno con medios manuales o mecánicos.
- m3 de retirada y apilado de capa tierra vegetal, con medios manuales o mecánicos.
- m3 de desmonte, incluyendo replanteo y afinado. Medido el volumen excavado sobre perfiles. Justificando el exceso de excavación si se produjera.
- m3 de base de terraplén, incluyendo replanteo, desbroce y afinado. Medido el volumen excavado sobre perfiles.
- m3 de terraplén, incluyendo la extensión, riego, compactación y refinado de taludes. Medido el volumen rellenado sobre perfiles.
- m2 de entibación, incluyendo los clavos y cuñas precisos, retirada, limpieza y apilado del material. Totalmente terminada.

### **2.23.5. RELLENOS Y COMPACTACIONES**

#### **2.23.5.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados.

Incluye la mayor parte de los suelos, normalmente granulares. También algunos materiales resultantes de la actividad industrial: ciertas escorias y cenizas pulverizadas. En ocasiones pueden utilizarse materiales manufacturados, como agregados ligeros. En el caso de suelos cohesivos deberán cumplir ciertas condiciones especiales de selección, colocación y compactación.

Se verificará que el material es homogéneo y que su humedad es la adecuada para impedir su segregación durante su puesta en obra y que obtenga el grado de compactación exigido, antes de proceder a extenderlo.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.2, se tomarán en consideración para la selección del material de relleno los siguientes aspectos: granulometría; resistencia a la trituración y desgaste; compactibilidad; permeabilidad; plasticidad; resistencia al subsuelo; contenido en materia orgánica; agresividad química; efectos contaminantes; solubilidad; inestabilidad de volumen; susceptibilidad a las bajas temperaturas y a la helada; resistencia a la intemperie; posibles cambios de propiedades debidos a la excavación, transporte y colocación; posible cementación tras su colocación.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.2, normalmente no se utilizarán los suelos expansivos o solubles. Tampoco los susceptibles a la helada o que contengan, en alguna proporción, hielo, nieve o turba si van a utilizarse como relleno estructural.

#### **2.23.5.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Se evitará la segregación y contaminación formando los acopios sobre superficies que no estén contaminadas, evitando mezclar materiales de distintos tipos y acortando el tiempo de exposición a la intemperie.

#### **2.23.5.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

El tipo, número y frecuencia de los ensayos dependerá del tipo y heterogeneidad del material y de la naturaleza de la construcción en que vaya a utilizarse el relleno. Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.1, se deberá disponer de un material de características adecuadas al proceso de colocación y compactación y que permita obtener, después del mismo, las precisas propiedades geotécnicas.

#### **2.23.5.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

##### **- Ejecución**

En rellenos con tierras propias, generalmente, se verterán las tierras en el orden inverso al de su extracción. Rellenando por tongadas de 20cm, apisonando, desechando áridos o terrones mayores de 8 cm.

En relleno con tierras arenosas, se compactará con bandeja vibratoria.

En rellenos en el trasdós de muros, se deberá realizar cuando éste tenga la resistencia precisa y no antes de 21 días cuando se trate de muros de hormigón.

- Conforme al CTE DB SE C, apartado 4.5.3, antes de proceder al relleno, se ejecutará una buena limpieza del fondo y, si es preciso, se apisonará o compactará debidamente. Previamente a la colocación de rellenos bajo el agua deberá dragarse cualquier suelo blando existente.
- Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.3, los procedimientos de colocación y compactación del relleno deberán asegurar su estabilidad en todo momento, evitando además cualquier perturbación del subsuelo natural.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.3, el relleno que se coloque adyacente a estructuras deberá disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para impedir daño a estas construcciones.

#### **2.23.5.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Las excavaciones presentarán un aspecto cohesivo, con los laterales y fondos limpios y perfilados y se habrán eliminado los lentejones.

En rellenos sobre terrenos en los que existan corrientes de agua superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y captarán las segundas, conduciéndolas fuera del área donde vaya a realizarse el relleno, previo a ejecutarlo.

#### **2.23.5.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

El relleno se deberá ajustar a lo especificado y sin asientos en su superficie.

Se verificará, que la densidad de muestras de terreno apisonado no sea menor que el terreno inalterado colindante. Si se produjese contaminación en alguna zona del relleno, dicho material se desechará y se sustituirá por terreno sin contaminar.

#### **2.23.5.7. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se harán en el plazo lo más corto posible, cubriéndose para impedir la contaminación del relleno.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.23.5.8. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.4, el control de un relleno deberá asegurar que el material, su contenido de humedad en la colocación y su grado final de compactación obedecen a lo especificado.

Ensayos y pruebas

Conforme al CTE DB SE C, apartado 7.3.4, el grado de compactación se especificará como porcentaje del obtenido como máximo en un ensayo de referencia como el Proctor. En rellenos con alta proporción de áridos de tamaño grueso no son aplicables los ensayos Proctor. Por lo que se verificará la compactación por métodos de campo: ensayos de carga con placa, rellenos de prueba para definir el proceso final, verificar asientos haciendo una pasada adicional del equipo de compactación, así como el empleo de métodos dinámicos o sísmicos.

#### **2.23.5.9. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m<sup>3</sup> de relleno y extendido de material filtrante, compactado, incluso refino de taludes.
- m<sup>3</sup> de relleno de zanjas o pozos, con tierras propias, tierras de préstamo y arena, compactadas por tongadas uniformes, con pisón manual o bandeja vibratoria.

### **2.23.6. ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE**

#### **2.23.6.1. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

Ejecución

En descargas para la formación de terraplenes, será precisa una persona auxiliar experta para impedir al camión acercarse demasiado al borde del terraplén, es recomendable la colocación de topes a una distancia igual a la altura del terraplén, y/o como mínimo de 2 m. Si es imprescindible que se acerque, se calculará la posición de los topes según la resistencia del terreno.

Se deberá acotar la zona de acción de cada máquina en su tajo. Si maniobra marcha atrás o en casos de falta de visibilidad, el conductor estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se tendrá aún mayor precaución cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.

En la operación de vertido de materiales con camiones, un auxiliar se encargará de dirigir la maniobra con objeto de impedir atropellos a personas y colisiones con otros vehículos.

La carga se realizará por los laterales del camión o por la parte trasera. En ningún caso la pala pasará por encima de

la cabina.

Si son precisas rampas el ancho mínimo será de 4,50 m, ensanchándose en las curvas, y con pendiente máximas del 12% en tramos rectos y del 8% en tramos curvos, teniendo en cuenta el grado de maniobra de los vehículos. Manteniéndose en los laterales de la rampa el talud que se necesite según el tipo de terreno. Antes de salir a la vía pública deberá existir un tramo horizontal de longitud mínima de una vez y media la separación de ejes. Mínimo 6 m.

Condiciones previas a su realización de unidades de obra

Se marcarán e identificarán las zonas de trabajos y vías de circulación.

Si existieran tendidos eléctricos, con los hilos desnudos, se deberá tomar alguna de las medidas siguientes: Desvío de la línea, corte de la corriente eléctrica, protección de la zona mediante apantallados o bien guardar las máquinas y vehículos a una distancia de seguridad que se determinará en función de la carga eléctrica.

#### **2.23.6.2. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Se controlará que no se supere la sobrecarga autorizada del camión.

#### **2.23.6.3. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m3 de tierras o escombros sobre camión, con una distancia determinada a la zona de vertido, considerando tiempos de ida, descarga y vuelta, se puede incluir, o no, el tiempo de carga y/o la carga, tanto manual como con medios mecánicos.

## **2.24. DRENAJES E IMPERMEABILIZACIONES**

### **2.24.1. EXCAVACIONES**

#### **2.24.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

##### **- Entibaciones.**

Elementos de madera, como pino o abeto: tableros, cabeceros, codales, etc. La madera aserrada se deberá ajustar, como mínimo, a la clase I/80.

No presentarán principio de pudrición, alteraciones ni defectos. Contenido de humedad mínimo igual o menor del 15%.

Tensoros circulares de acero protegido contra la corrosión.

-Sistemas prefabricados metálicos y/o de madera: tableros, placas, puntales, etc.

-Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.

-Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

-Maquinaria: pala cargadora, compresor, martillo neumático, martillo rompedor.

#### **2.24.1.2. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

Si fuera necesaria la realización de ensayos, se podrían realizar:

Entibaciones de madera: ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad. Peso específico. Higroscopicidad. Coeficiente de contracción volumétrica. Dureza. Resistencia a compresión. Resistencia a la flexión estática y módulo de elasticidad E. Resistencia a la tracción. Resistencia a la hienda. Resistencia a esfuerzo cortante.

#### **2.24.1.3. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

##### **- Ejecución**

La Dirección Facultativa comprobará el replanteo de las zanjas o pozos, y autorizará el comienzo de la excavación. Se excavará hasta la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada. En el caso de zanjas o pozos para cimientos, la excavación comenzará cuando se disponga de los elementos para la construcción de los mismos, excavándose los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

##### **- Entibaciones:**

Se deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de las excavaciones, por lo que si resultan inestables se entibarán. Las uniones entre piezas de entibación garantizarán la rigidez y el monolitismo del conjunto.

La excavación se llevará a cabo en bandas horizontales de altura igual a la separación entre codales más 30 cm, máximo, y se irá entibando a medida que se excava. Los materiales de excavación aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar a un solo lado de la zanja a una separación mínima de 60 cm del borde.

Los apeos, apuntalamientos, contenciones, etc., realizados para la sujeción de construcciones, vallados, cerramientos

o terrenos adyacentes a las excavaciones, se mantendrán mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y el fondo de pozos y zanjas. En el caso de zanjas o pozos para cimentación, una vez realizada la excavación se revisarán las edificaciones medianeras.

Generalmente, se impedirá la entrada de aguas superficiales a los pozos o zanjas, achicándolas lo antes posible y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas.

**- Excavación de los Pozos y zanjas:**

Conforme al CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, la excavación deberá hacerse con sumo cuidado para que la alteración de las características mecánicas del suelo sea la mínima inevitable. Las dimensiones serán las fijadas en el proyecto, así como la cota de profundidad. La Dirección Facultativa ordenará por escrito o gráficamente las posibles modificaciones a las mismas a la vista de la naturaleza y condiciones del terreno excavado.

Para la excavación de pozos junto a cimentaciones próximas y con una mayor profundidad que éstas, se deberán realizar los trabajos de excavación y consolidación en el menor tiempo posible; de ser posible realizar apeos para reducir la presión de la cimentación sobre el terreno. En caso de ser necesario se podrá dejar media cara vista de la zapata existente, como máximo, y convenientemente entibada. La excavación se llevará a cabo separando los ejes de pozos abiertos consecutivos no menos de la suma de las separaciones entre tres zapatas aisladas o mayor o igual a 4 m en zapatas corridas o losas. No se considerarán pozos abiertos los que ya posean estructura final y consolidada de contención o se hayan rellenado compactando el terreno.

En el caso de excavaciones a máquina además será necesario que el terreno admita talud en corte vertical para esa profundidad y que la separación entre el tajo de la máquina y la entibación no sea mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

En la ejecución con bataches se procederá conforme a la siguiente secuencia: se replantearán los bataches; se comenzará la excavación alternada de los bataches, comenzando por uno de los extremos del talud; se ejecutarán los elementos estructurales de contención de las zonas excavadas, en el mismo orden de excavación. Generalmente se ejecutarán comenzando por la parte inferior en el caso de excavación con máquina, y superior en excavaciones manuales. No se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del batache, debiendo separarse del mismo una distancia no menor de dos veces su profundidad.

En bataches realizados a máquina se acotará la zona de acción de cada máquina.

Podrán vaciarse los bataches sin realizar previamente la estructura de contención, hasta una profundidad máxima, igual a la altura del plano de cimentación próximo más la mitad de la distancia horizontal, desde el borde de coronación del talud a la cimentación o vial más próximo ( $h+D/2$ ).

Se entibarán los bataches con anchura igual o mayor de 3 m.

En las labores de refino se retirarán los fragmentos de roca, lajas, terreno, etc., que hayan quedado de manera inestable en la superficie final de la excavación, para evitar que se desprendan. El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si se produjera un sobrecanto de excavación, inadmisibles bajo el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado. En terrenos que la lluvia les pueda afectar bien por meteorización o erosión, las operaciones de refino se harán en un plazo comprendido entre 3 y 30 días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas del sitio.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, aunque el terreno firme se encuentre muy superficial, es conveniente profundizar de 0,5 m a 0,8 m por debajo de la rasante.

#### **2.24.1.4. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Se verificarán las instalaciones que se puedan ser afectadas por el vaciado, pidiendo a las Compañías Suministradoras la posición y solución a adoptar, también se determinará la distancia de seguridad a tendidos eléctricos aéreos. Se deberán realizar catas de forma manual para comprobar la información de las Compañías. También la distancia, profundidad y tipo de la cimentación y estructura de contención de los edificios que puedan verse afectados por el vaciado. Se estudiará la necesidad de apeos.

Los elementos de Servicio Público que se puedan ver afectados por la excavación, como bocas de riego, tapas de alcantarillado, sumideros, farolas, árboles, etc., se deberán proteger.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que no puedan ser afectados por el vaciado, además de las camillas dobles separadas del borde del vaciado mínimo un metro. En los puntos de referencia se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno y/o de las edificaciones que se recojan en proyecto. Diariamente se anotarán dichos los desplazamientos control por la Dirección Facultativa.

Antes del comienzo de las excavaciones, se deberá aprobar por parte de la Dirección Facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte.

Se presentarán para aprobación de la Dirección Facultativa los cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, antes de iniciar los trabajos. Se tendrá en cuenta para la elección de las entibaciones el tipo de terreno, las solicitudes por cimentaciones o viales próximos y de la profundidad de la excavación.

Se determinarán las características de las cimentaciones situadas a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja.

El contratista notificará a la Dirección Facultativa, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, para que éste pueda efectuar las mediciones precisas sobre el terreno inalterado.

En todos los casos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo.



#### 2.24.1.5. Tolerancias admisibles de unidades de obra

Comprobación final:

Una tolerancia de  $\pm 5$  cm, de las superficies de fondo y paredes una vez refinadas.

El grado de acabado de refino de taludes el que se pueda conseguir utilizando los medios mecánicos, sin desviaciones de línea y pendiente, superiores a 15 cm, comprobando con regla de 4 m.

Las irregularidades se corregirán conforme a lo que disponga la Dirección Facultativa.

#### 2.24.1.6. Condiciones de terminación de unidades de obra

Una vez realizadas las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios precisos para mantener la estabilidad de deberán conservar las excavaciones en las condiciones de acabado.

Conforme al CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, una vez hecha la excavación hasta la profundidad precisa y antes de constituir la solera de asiento, se nivelará bien el fondo para que la superficie quede sensiblemente de acuerdo con el proyecto, y se limpiará y apisonará ligeramente.

Se verificarán las cotas y pendientes finales con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

#### 2.24.1.7. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra

En terrenos que puedan ser erosionados o meteorizados por las lluvias, la excavación no deberá permanecer abierta a su rasante final más de 8 días sin que sea protegida o finalizados los trabajos de colocación de la tubería, cimentación o conducción a instalar en ella.

Se deberá acodalar y tensar la parte inferior de la última banda excavada antes de abandonar el tajo. Se deberá proteger de las filtraciones y erosión provocada por aguas de escorrentía.

El desmontaje de la entibación se realizará de manera horizontal comenzando por las franjas inferiores

Se revisarán las entibaciones al comienzo de cada jornada de trabajo, tensando los codales que se hayan aflojado. En interrupciones de trabajo de más de un día y/o la presencia de lluvias o heladas se extremarán las precauciones.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### 2.24.1.8. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra

Control de ejecución

Se prestará especial atención en el control de ejecución de:

-Replanteo:

- Dimensiones en planta y cotas de fondo.
- Errores en Control de ejecución
- Dimensiones en planta y cotas de fondo.
- Errores en las dimensiones, respecto al replanteo, superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.

-Durante la excavación:

- Se comprobará que los terrenos atravesados y de fondo son los que recoge el proyecto y en el estudio geotécnico. Grosor de las capas. Compacidad del terreno de fondo.
- Se comprobará la cota del fondo.
- En excavaciones con medianeras. Mantener precauciones y hacer revisión general de las edificaciones medianeras al terminar el vaciado. Se comprobará el nivel freático en relación con lo previsto.
- Defectos a simple vista, cavernas, galerías, colectores, etc. Agresividad del terreno y/o del agua freática.
- Pozos. Entibación en su caso.

-Entibación de zanja.

- Errores en las dimensiones, respecto al replanteo, superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.
- Verificar la escuadría, separación y posición de la entibación, no aceptándose que sean inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

-Entibación de pozo:

- Por cada pozo se verificará una escuadría, separación y posición, no aceptándose si las escuadrías, separaciones y/o posiciones son inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

Las dimensiones, respecto al replanteo, superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.

#### 2.24.1.9. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

- m3 de excavación a cielo abierto, medido sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de comenzar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.
- m2 de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras, en terrenos deficientes,

blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.

- m2 de entibación, totalmente terminada, incluyendo los clavos y cuñas precisos, retirada, limpieza y apilado del material.

## **2.24.2. MUROS DE MAMPOSTERÍA**

### **2.24.2.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales**

Los materiales que constituyen los muros de carga pueden ser:

Piezas:

De ladrillo de arcilla cocida, bloques de hormigón de áridos densos y ligeros, bloques de arcilla cocida aligerada, piedra artificial, piedra natural. Que pueden ser macizas, perforadas, aligeradas y huecas, según lo indique el proyecto. La disposición de huecos en las piezas será tal que evite riesgos de aparición de fisuras en tabiquillos y paredes de la pieza durante la fabricación, manejo o colocación.

Los muros de fábrica pueden ser de una hoja, capuchinos, careados, doblados, de tendel hueco, de revestimiento y de armado de fábrica. La piezas se designan haciendo referencia a sus medidas modulares (medida nominal más el ancho habitual de la junta).

La resistencia normalizada a compresión de las piezas, fb, será superior a 5 N/mm<sup>2</sup>, (CTE DB-SE F, apartado 4.1).

Las piezas se suministrarán a obra con una declaración del suministrador sobre su resistencia y la categoría de fabricación.

Se deberá confirmar la procedencia y las características especificadas en proyecto de los bloques de piedra natural, se comprobará que la piedra está sana y no presenta fracturas.

Para las piezas de categoría I la resistencia declarada, con probabilidad de no ser alcanzada inferior al 5%. El fabricante deberá aportar la documentación que acredita que el valor declarado de la resistencia a compresión se ha obtenido a partir de piezas muestreadas según las UNE-EN 771 y ensayadas según UNE-EN 772-1:2011, y la existencia de un plan de control de producción en fábrica que garantiza el nivel de confianza citado.

Para las piezas de categoría II la resistencia a compresión declarada será igual al valor medio obtenido en ensayos con la norma antedicha, si bien el nivel de confianza puede resultar inferior al 95%.

Si en proyecto se haya especificado directamente el valor de la resistencia normalizada con esfuerzo paralelo a la tabla, en el sentido longitudinal o en el transversal, se exigirá al fabricante, a través en su caso, del suministrador, el valor declarado obtenido mediante ensayos, procediéndose según los puntos anteriores.

De no existir valor declarado por el fabricante para el valor de resistencia a compresión en la dirección de esfuerzo aplicado, se tomarán muestras en obra según las UNE-EN 771 y se ensayarán según EN 772-1:2011, aplicando el esfuerzo en la dirección correspondiente. El valor medio obtenido se multiplicará por el valor d de la tabla 8.1 (CTE DB-SE F), no superior a 1,00 y se verificará que el resultado obtenido es mayor o igual que el valor de la resistencia normalizada especificada en el proyecto.

En el caso en el que la resistencia a compresión de un tipo de piezas con forma especial tiene influencia predominante en la resistencia de la fábrica, su resistencia se podrá determinar con la última norma citada.

Las tablas 3.1 y 3.2 del DB-SE F del CTE especifican las clases de exposición consideradas para garantizar la durabilidad. En este sentido, deberán respetarse las restricciones que se establecen en la tabla 3.3 del DB-SE F, sobre restricciones de uso de los componentes de las fábricas.

En el caso de tener que aplicarse la norma sismorresistente (NCSR-02), el espesor mínimo para muros exteriores de una sola hoja será de 14 cm y para los interiores el espesor será de 12 cm. Además, para una aceleración de cálculo ac 0,12 g, el espesor mínimo de los muros exteriores de una hoja será de 24 cm, si son de ladrillo de arcilla cocida, y de 18 cm si están contruidos de bloques, en muros interiores el espesor mínimo será de 14 cm. Para muros exteriores de dos hojas (capuchinos) y si ac 0,12 g, ambas hojas estarán contruidas con el mismo material, con un espesor mínimo de cada hoja de 14 cm y el intervalo entre armaduras de atado o anclajes será inferior a 35 cm, en todas las direcciones. Si solo es portante una de las dos hojas, su espesor cumplirá las condiciones señaladas anteriormente para los muros exteriores de una sola hoja. Para los valores de ac 0,08 g, todos los elementos portantes de un mismo edificio se harán con la misma solución constructiva.

Morteros y hormigones.

Los morteros para fábricas pueden ser ordinarios, de junta delgada o ligeros.

El mortero de junta delgada se puede utilizar cuando las piezas permitan construir el muro con tendeles de espesor entre 1 y 3 mm. Los morteros ordinarios pueden especificarse por:

Resistencia: se designan por la letra M seguida de la resistencia a compresión en N/mm<sup>2</sup>.

Dosificación en volumen: se designan por la proporción, en volumen, de los componentes fundamentales (por ejemplo 1:1:5 cemento, cal y arena). La elaboración incluirá las adiciones, aditivos y cantidad de agua, con los que se supone que se obtiene el valor de fm supuesto.

El mortero ordinario para fábricas convencionales no será inferior a M1. El mortero ordinario para fábrica armada o pretensada, los morteros de junta delgada y los morteros ligeros, no serán inferiores a M4. En cualquier caso, para impedir roturas frágiles de los muros, la resistencia a la compresión del mortero no deberá ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas (CTE DB-SE F, apartado 4.2).

El hormigón empleado para el relleno de huecos de la fábrica armada se caracteriza, por los valores de fck (resistencia característica a compresión de 20 o 25 N/mm<sup>2</sup>). En la recepción de las mezclas preparadas se verificará que la dosificación y resistencia que figuran en el envase corresponden a las solicitadas.

Los morteros preparados y los secos se utilizarán siguiendo las instrucciones del fabricante, que incluirán el tipo de amasadora, el tiempo de amasado y la cantidad de agua. El mortero preparado, se utilizará antes de que transcurra el plazo de uso definido por el fabricante. Si se ha evaporado agua, podrá añadirse ésta sólo durante el plazo de uso definido por el fabricante.

Según RC-16, para los morteros de albañilería se utilizarán, preferentemente, los cementos de albañilería, pudiéndose utilizar también cementos comunes (excepto los tipos CEM I y CEM II/A), con un contenido de adición apropiado, seleccionando los más adecuados en función de sus características mecánicas, de blancura, en su caso, y del contenido de aditivo aireante en los cementos de albañilería.

Arenas.

Se realizará una inspección ocular de características y, si se juzga preciso, se realizará una toma de muestras para la comprobación de características en laboratorio.

Se puede aceptar arena que no cumpla alguna condición, si se procede a su corrección en obra por lavado, cribado o mezcla, y después de la corrección cumple todas las condiciones exigidas.

Armaduras.

Además de los aceros establecidos en EHE, se consideran aceptables los aceros inoxidables según UNE ENV 10080:1996, UNES EN 10088 y UNE-EN 845-3:2014, y para pretensar los de EN 10138.

El galvanizado, o cualquier tipo de protección equivalente, deberá ser compatible con las características del acero a proteger, no afectándolas desfavorablemente.

Para las clases IIa y IIb, deberán utilizarse armaduras de acero al carbono protegidas mediante galvanizado fuerte o protección equivalente, a menos que la fábrica esté terminada mediante un enfoscado de sus caras expuestas, el mortero de la fábrica sea no inferior a M5 y el recubrimiento lateral mínimo de la armadura no sea inferior a 30 mm, en cuyo caso podrán utilizarse armaduras de acero al carbono sin protección. Para las clases III, IV, H, F y Q, en todas las subclases las armaduras de tendel serán de acero inoxidable austenítico o equivalente.

Barreras antihumedad.

Serán eficaces respecto al paso del agua y a su ascenso capilar, con la durabilidad que indique el proyecto. Formadas por materiales que no sean fácilmente perforables al utilizarlas, y que sean capaces de resistir las tensiones indicadas en proyecto, sin extrusionarse.

Deberá tener la suficiente resistencia superficial de rozamiento como para impedir el movimiento de la fábrica que descansa sobre ellas.

Llaves.

En los muros capuchinos, sometidos a acciones laterales, se dispondrán llaves que sean capaces de trasladar la acción horizontal de una hoja a otra y capaces de transmitirla a los extremos.

Se respetarán las restricciones que se establecen en el CTE, tabla 3.3 del DB-SE F, sobre restricciones de uso de los componentes de las fábricas, según la clase de exposición que se defina en proyecto.

#### **2.24.2.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Los elementos que formarán la fábrica se almacenarán de manera que faciliten su montaje.

-Piezas.

Las piezas no deberán haber sufrido daños en su transporte o manipulación que deterioren el aspecto de las fábricas o comprometan su durabilidad, y con la edad adecuada cuando ésta sea decisiva para que satisfagan las condiciones del pedido. Se suministrarán preferentemente paletizados y empaquetados. Para permitir el correcto intercambio de humedad con el ambiente, el empaquetado no será totalmente hermético.

Las piezas se acopiarán evitando el contacto directo con el terreno en superficies planas y limpias. Se evitará, a su vez, el contacto con sustancias o ambientes que las puedan perjudicar física o químicamente.

-Arenas.

Se acopiarán, separando los distintos tipos, en una zona de suelo seco, preparada para conservarla limpia.

-Cementos y cales.

Se garantizará que el almacenamiento, la carga y el transporte desde la fábrica se realicen en buenas condiciones de estanqueidad y limpieza.

Los que se suministren a granel se almacenarán en silos estancos, protegidos de la humedad, se evitará su contaminación por otros cementos. Estos silos deberán contar con un sistema de apertura para la carga que sea el adecuado para no alterar sus características en este proceso.

Así, los cementos suministrados en sacos se almacenarán paletizados o en plataformas en un lugar con ventilación y protegido de las lluvias y de la exposición solar directa. Se evitará especialmente su exposición a la humedad y las manipulaciones que puedan deteriorar los sacos y dañar la calidad del cemento.

Se minimizarán las emisiones de polvo a la atmósfera mediante los mecanismos adecuados que deberán disponer las instalaciones de almacenamiento, carga y descarga del cemento.

-Morteros secos preparados y hormigones preparados.

La recepción y el almacenaje se deberá ajustar a lo señalado para el tipo de material.

-Armaduras.

Las piezas de armadura: barras y las armaduras de tendel se almacenarán, se doblarán y se colocarán en la fábrica sin que sufran daños y con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura.

Se deberán cuidar especialmente, protegiéndolas si fuera necesario, las zonas en las que vayan a fijarse los elementos (cadenas, cables, etc.) que vayan a utilizarse en la elevación o sujeción de los materiales. Antes de proceder al montaje se revisarán las piezas detectando posibles desperfectos (abolladura, comba o torcedura) que se hayan podido ocasionar a las piezas. Si dichos desperfectos pueden serlo, se corregirán, si no pueden serlo, o se presume que el desperfecto pueda afectar a la resistencia o estabilidad estructural se desechará la pieza. Todas las piezas desechadas se marcarán.

#### 2.24.2.3. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### 2.24.2.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Ejecución

Conforme al CTE DB-SE-F apartado 8.2.1, se establecen tres categorías de ejecución: A, B y C. La categoría se recogerá en el proyecto. En los elementos de fábrica armada se especificará sólo clases A o B. En los elementos de fábrica pretensada se especificará clase A.

##### - Categoría A:

Las piezas disponen de certificación de sus especificaciones en cuanto a tipo y grupo, dimensiones y tolerancias, resistencia normalizada, succión, y retracción o expansión por humedad.

El mortero dispone de especificaciones sobre su resistencia a la compresión y a la flexotracción a 7 y 28 días.

La fábrica dispone de un certificado de ensayos previos a compresión según la norma UNE-EN 1052-1:1999, a tracción y a corte según la norma UNE-EN 1052-4:2001. Se realiza una visita diaria de la obra. Control y supervisión continuados por el constructor.

##### - Categoría B:

Las piezas disponen de certificación de sus especificaciones en cuanto a tipo y grupo, dimensiones y tolerancias, y resistencia normalizada. El mortero dispone de especificaciones sobre su resistencia a la compresión y a la flexotracción a 28 días.

Se realiza una visita diaria de la obra. Control y supervisión continuados por el constructor. Categoría C:

Cuando no se cumpla alguno de los requisitos de la categoría B.

-Replanteo.

El replanteo será verificado por la Dirección Facultativa. Primero se replanteará la fábrica a realizar. Posteriormente para el alzado de la fábrica se colocarán en cada esquina de la planta una mira recta y aplomada, con las referencias precisas a las alturas de las hiladas, y se deberá proceder al tendido de los cordeles entre las miras, apoyadas sobre sus marcas, que se elevarán con la altura de una o varias hiladas para asegurar la horizontalidad de éstas.

Las juntas de movimiento cuyas distancias se indican en la tabla 2.1 del documento CTE DB-SE F, apartado 2.2, se colocarán a fin de permitir dilataciones térmicas y por humedad, fluencia y retracción, las deformaciones por flexión y los efectos de las tensiones internas producidas por cargas verticales o laterales, sin que la fábrica sufra daños. Siempre que sea posible la junta se proyectará con solape.

-Humectación.

Las piezas se humedecerán antes de su colocación, principalmente las de arcilla cocida (excepto los ladrillos completamente hidrofugados y aquellos que tienen una succión inferior a 0,10 gr/cm<sup>2</sup> min. Se realizará por aspersión o por inmersión. La cantidad de agua embebida en la pieza deberá ser la precisa para que al ponerla en contacto con el mortero no haga cambiar la consistencia de este, es decir, para que la pieza ni absorba agua, ni la aporte.

-Colocación.

La colocación de las piezas se realizará generalmente a restregón, sobre una capa de mortero, hasta que el mortero rebose por la llaga y el tendel. No se moverá ninguna pieza después de efectuada la operación de restregón. De ser necesario corregir la posición de una pieza, se quitará esta y se retirará también el mortero.

Para piezas con machihembrado lateral la colocación no será restregón, sino verticalmente sobre la junta horizontal de mortero, haciendo tope con los machihembrados, así se colocarán con llagas a hueso. En todo caso se seguirán las recomendaciones del fabricante para la colocación de las piezas.

-Rellenos de juntas.

Cuando el proyecto especifique llaga llena, el mortero deberá macizar el grueso total de la pieza en al menos el 40% de su tizón; en caso contrario se considerará hueca. El mortero deberá llenar las juntas, tendel (salvo caso de tendel hueco) y llagas totalmente. Si tras restregar el ladrillo no quedara alguna junta totalmente llena, se añadirá el mortero. Para el mortero ordinario o ligero el espesor los tendeles o llagas no será menor que 8 mm ni mayor que 15 mm, y el

de tendeles y llagas de mortero de junta delgada no será menor que 1 mm ni mayor que 3 mm.

Cuando se especifique la utilización de juntas delgadas, las piezas se asentarán cuidadosamente para que las juntas mantengan el espesor establecido de manera uniforme. El llagueado en su caso, se realizará mientras el mortero esté fresco.

En muros de espesor menor que 200 mm, las juntas no se hundirán en una profundidad mayor que 5 mm, salvo autorización expresa.

Si se realiza un rejuntado el mortero tendrá las mismas propiedades que el usado para la formación de la fábrica. Previo al rejuntado se cepillará el material suelto, y de ser preciso, se humedecerá la fábrica. Al rascar la junta se tendrá cuidado en dejar la distancia suficiente entre cualquier hueco interior y la cara del mortero.

Para bloques de arcilla cocida aligerada:

- Las piezas no se cortarán, se usarán piezas complementarias. Las juntas verticales no llevarán mortero al ser machihembradas, siendo la separación entre juntas verticales de dos hiladas consecutivas no será inferior a 7 cm.
- Los muros se mantendrán limpios durante la construcción, retirando todo exceso de mortero, limpiando la zona a continuación.

-Enjarjes.

Las fábricas deberán levantarse por hiladas horizontales en toda la extensión de la obra, siempre que sea posible y no dé lugar a situaciones intermedias inestables. Cuando dos partes de una fábrica hayan de levantarse en épocas distintas, la que se ejecute primero se dejará escalonada. De no ser posible, se dejarán formando alternativamente entrantes (adarajas) y salientes (endejas). En hiladas consecutivas de un muro, las piezas se solaparán de manera que el muro se comporte como un elemento estructural único. Este solape será al menos igual a 0,4 veces el grueso de la pieza, siendo al menos de 40 mm. En las esquinas o encuentros, el solapo de las piezas no será menor que su tizón; en el resto del muro, pueden utilizarse piezas cortadas para conseguir el solape preciso.

-Dinteles.

Sobre las aberturas se colocará un dintel resistente, bien prefabricado o realizado in situ de acuerdo con la luz a salvar. En los extremos de los dinteles se dispondrá una armadura de continuidad sobre los apoyos, de una sección no inferior al 50% de la armadura en el centro del vano y se anclará de acuerdo con el apartado 7.5 del documento CTE DB SE F. La armadura del centro del vano se prolongará hasta los apoyos, al menos el 25% de su sección, y se anclará según el apartado citado.

-Enlaces.

Enlaces entre muros y forjados:

Cuando se considere que los muros están arriostrados por los forjados, se enlazarán a éstos de forma que se puedan transmitir las acciones laterales. Las acciones laterales se transmitirán a los elementos arriostrantes o a través de la propia estructura de los forjados (monolíticos) o mediante vigas perimetrales. Estas acciones laterales se pueden transmitir mediante conectores o por rozamiento.

En caso de que un forjado cargue sobre el muro, la longitud de apoyo será la estructuralmente precisa y al menos de 65 mm (teniendo en cuenta las tolerancias de fabricación y de montaje). La separación de los elementos de conexión entre muros y forjados no será mayor que 2 m, y en edificios de más de cuatro plantas de altura no será mayor que 1,25 m. Si el enlace es por rozamiento, no son precisos amarres si el apoyo de los forjados de hormigón se prolonga hasta el centro del muro o un mínimo de 65 mm, siempre que no sea un apoyo deslizante.

Las llaves de muros capuchinos se dispondrán de modo que queden suficientemente recibidas en ambas hojas (se considerará satisfecha esta prescripción si se cumple la norma UNE-EN 845-1:2014), y su forma y disposición será tal que el agua no pueda pasar por las llaves de una hoja a otra.

En zonas donde sea de aplicación la norma sismorresistente (NCSR-02), los forjados de viguetas sueltas, de madera o metálicas, se deberán atar en todo su perímetro a encadenados horizontales situados en su mismo nivel, a fin de solidarizar la entrega y conexión de las viguetas con el muro. El atado de las viguetas que discurran paralelas a la pared se extenderá al menos a las tres viguetas más próximas.

Enlace entre muros:

Es recomendable que los muros que se vinculan se levanten de forma simultánea y debidamente trabados entre sí.

En muros capuchinos, el número de llaves de atado entre las hojas de un muro capuchino no será menor que 2 por m<sup>2</sup>. En el caso de emplear armaduras de tendel cada elemento de enlace se considerará como una llave. También se colocarán llaves en cada borde libre y en las jambas de los huecos.

Al elegir las llaves se considerará cualquier posible movimiento diferencial entre las hojas del muro, o entre una hoja y un marco.

En los muros doblados, las dos hojas de un muro doblado se enlazarán eficazmente mediante conectores capaces de transmitir las acciones laterales entre las dos hojas, con un área mínima de 300 mm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> de muro, con conectores de acero dispuestos uniformemente en número no menor que 2 conectores/m<sup>2</sup> de muro.

Como se muestra en la norma UNE-EN 845-3:2014, algunas formas de armaduras de tendel pueden también actuar como llaves entre las dos hojas de un muro doblado. Para la elección del conector se tendrán en cuenta posibles movimientos diferenciales entre las hojas.

Para fábrica de bloque hormigón hueco: Los muros se enlazarán en esquina o en cruce mediante encadenado vertical de hormigón armado, que se anclará a cada forjado y a la cimentación. El hormigón se verterá por tongadas de altura

no superior a 1 m, a la vez que se levantan los muros. El hormigón se compactará llenando todo el hueco entre el encofrado y los bloques. Los bloques que forman las jambas de los huecos de paso o ventanas se rellenarán con mortero en un ancho del muro igual a la altura del dintel, el dintel se formará con bloques de fondo ciego colocados sobre una sopanda previamente preparada, dejando libre la canal de las piezas para la colocación de las armaduras y el vertido del hormigón.

Para fábricas de bloque de hormigón macizo: Los enlaces de los muros en esquina o en cruce se harán mediante armadura horizontal de anclaje en forma de horquilla, enlazando alternativamente en cada hilada dispuesta perpendicularmente a la anterior uno y otro muro.

-Armaduras.

Las barras y las armaduras de tendel se doblarán y se colocarán en la fábrica sin que sufran daños perjudiciales que puedan afectar al acero, al hormigón, al mortero o a la adherencia entre ellos.

Se evitará que sufran daños mecánicos, roturas en las soldaduras de las armaduras de tendel, así como depósitos superficiales que afecten a la adherencia. Se utilizarán separadores y estribos para mantener las armaduras en su posición y si es preciso, se atará la armadura con alambre.

Se deberá garantizar la durabilidad de las armaduras. Para ello se cumplirán los recubrimientos de la armadura de tendel:

- el recubrimiento de mortero respecto al borde exterior, no será menor que 15 mm
- el recubrimiento de mortero, por encima y por debajo de la armadura de tendel, no sea menor que 2 mm, incluso para los morteros de junta delgada
- la armadura se dispondrá de modo que se garantice la constancia del recubrimiento.

Los extremos cortados de toda barra que constituya una armadura, excepto las de acero inoxidable, tendrán el recubrimiento que le corresponda en cada caso o la protección equivalente.

En el caso de cámaras rellenas o aparejos distintos de los habituales, el recubrimiento será de al menos 20 mm o de su diámetro.

-Morteros y hormigones de relleno.

Se admite la mezcla manual únicamente en proyectos con categoría de ejecución C. El mortero no se ensuciará durante su manipulación posterior. Se desechará el mortero u hormigón que haya iniciado el fraguado. Y no se reutilizará.

Después de su amasado al mortero no se le añadirán aglomerantes, áridos, aditivos ni agua.

Se limpiará de restos de mortero y escombros la cámara de un muro armado antes de rellenarla de hormigón. El relleno se realizará por tongadas, asegurando que se macizan todos los huecos y no se segrega el hormigón. Se deberá conseguir que la fábrica tenga la resistencia precisa para soportar la presión del hormigón fresco.

En muros con pilastras armadas, la armadura principal se fijará con antelación suficiente para ejecutar la fábrica sin entorpecimiento. Los huecos de fábrica en que se incluye la armadura se irán rellenando con mortero u hormigón al levantarse la fábrica.

#### **2.24.2.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

Aun cuando no se recogieran en proyecto, se tomarán las medidas necesarias para proteger las fábricas que pudieran ser dañadas por efecto de la humedad en contacto con el terreno.

Tal como recoge el CTE DB HS, en la base de los muros de fachada se dispondrá una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para impedir el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto, (CTE DB-HS apartado 2.3.3.2). La superficie en que se haya de disponer la imprimación deberá estar lisa y limpia. Sobre la barrera se colocará una capa de mortero de regulación de 2 cm de espesor como mínimo, ((CTE DB-HS apartado 2.1.3.1).

Si se prevé que el terreno contenga sustancias químicas agresivas para la fábrica, se utilizarán materiales resistentes a dichas sustancias o se protegerá para evitar el contacto con las sustancias químicas agresivas.

Cuando la fábrica apoye sobre una zapata corrida la base sobre la que apoye será horizontal, y preferentemente estará situada en un solo plano cuando, económicamente no sea posible se distribuirá en banqueros con uniformidad. Si la cimentación es por medio de zapatas aisladas, las cabezas de éstas se enlazarán con una viga de hormigón armado. Y si es por pilotes, se enlazarán con una viga empotrada en ellos.

Los dinteles formados por perfiles metálicos se protegerán con pintura antioxidante antes de su colocación.

En el caso de obras con importantes retrasos o paradas muy prolongadas, el director de obra deberá tener en cuenta las acciones sísmicas que se puedan presentar y que, cuando se trate de destrucción o daño por sismo, pudieran dar lugar a consecuencias graves, verificando las prescripciones y los detalles estructurales recogidos en los planos satisfacen los niveles de ductilidad especificados y que estos se respetan durante la ejecución de la obra. En cualquier caso, una estructura de muros se considerará una solución no dúctil, incluso aunque se dispongan los refuerzos que se prescriben en la norma sismorresistente (NCSR-02).

#### **2.24.2.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

Se atenderá a las tolerancias de ejecución de muros del proyecto, de no recogerse se utilizarán las siguientes, recogidas en el CTE DB-SE-F apdo. 8.2, tabla 8.2 sobre tolerancias para elementos de fábrica:

- Desplome en la altura del piso de 20 mm y en la altura total del edificio de 50 mm.
- Axialidad de 20 mm.
- Planeidad en 1 m de 5 mm y en 10 m de 20 mm.
- Espesor de la hoja del muro más menos 25 mm y del muro capuchino completo más 10 mm.

#### **2.24.2.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

La terminación de las fábricas será tal que queden planas y aplomadas, y presentarán una composición uniforme en toda su altura.

La ejecución de rozas y/o rebajes en muros de carga, cuando no vengan detallados en proyecto, deberán contar con las órdenes expresas de la Dirección Facultativa. Las rozas no afectarán a dinteles, anclajes entre piezas o armaduras. Para la realización de las rozas deberá esperarse a que el mortero de unión entre piezas haya endurecido debidamente y a que se haya producido la correspondiente adherencia entre mortero y pieza.

En fábrica con piezas macizas o perforadas, las rozas que respetan las limitaciones del CTE DB F, tabla 4.8, no reduciéndose el grueso de cálculo a efectos de la evaluación de su capacidad. En el caso de que sea de aplicación la norma sismorresistente (NCSR-02), en los muros de carga y de arriostramiento sólo se admitirán rozas verticales separadas entre sí por lo menos 2 m y cuya profundidad no excederá de la quinta parte de su espesor. En cualquier caso, el grueso reducido no será inferior a los valores especificados en el apartado de prescripciones sobre los materiales (piezas).

#### **2.24.2.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se dispondrán protecciones en la coronación de los muros evitando el lavado del mortero de las juntas por efecto de la lluvia, impedir la aparición de eflorescencias, desconchados por caliches y daños en los materiales higroscópicos.

Habrán de tomarse precauciones para mantener la humedad de la fábrica hasta que finalice el fraguado, se tendrá especial cuidado en condiciones de baja humedad relativa, altas temperaturas o fuertes corrientes de aire.

También se tomarán precauciones para evitar daños provocados por las heladas en las fábricas recién construidas. Si ha habido heladas antes del inicio de la ejecución de los trabajos, se revisará lo ejecutado en las 48 horas previas, y si existen zonas dañadas se demolerán. De producirse durante la ejecución se paralizarán los trabajos y se protegerán los tramos recientemente construidos.

Se evaluará la necesidad de acodalar de manera provisional y preventiva aquellos muros que queden temporalmente sin arriostrar y sin cargas estabilizantes. A fin de impedir inestabilidades e incidentes mientras el mortero está fresco, se limitará la altura de la fábrica que se ejecute en un día.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.24.2.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Controles durante la ejecución: Se prestará especial atención en el control de ejecución de Ladrillos cerámicos: Unidad y frecuencia de inspección: 2 cada 400 m<sup>2</sup> de muro.

Bloques de hormigón o cerámicos: Unidad y frecuencia de inspección: 2 cada 250 m<sup>2</sup> de muro.

-Replanteo:

Se comprobarán ejes de muros y ángulos principales.

Verticalidad de las miras en las esquinas. Marcado de hiladas (cara vista). Espesor y longitud de tramos principales. Dimensión de huecos de paso. Juntas estructurales.

-Ejecución de todo tipo de fábricas:

Se comprobará de forma periódica de consistencia en cono de Abrams. Mojado previo de las piezas unos minutos.

Aparejo y traba en enlaces de muros. Esquinas. Huecos. Relleno de juntas de acuerdo especificaciones de proyecto. Juntas estructurales (independencia total de partes del edificio). Barrera antihumedad según especificaciones del proyecto.

Armadura libre de sustancias.

-Ejecución de fábricas de bloques de hormigón o de arcilla cocida aligerada:

- Las anteriores.
- Aplomado de paños.
- Alturas parciales. Niveles de planta. Zunchos.

-Tolerancias en la ejecución según TABLA 8.2 del CTE DB SE F:

- Desplomes.
- Axialidad.
- Planeidad.
- Espesores de la hoja o de las hojas del muro.

-Protección de la fábrica:

- Protección en tiempo caluroso de fábricas recién ejecutadas. Protección en tiempo frío (heladas) de fábricas

recientes.

- Protección de la fábrica durante la ejecución, frente a la lluvia.
- Arriostramiento durante la construcción mientras el elemento de fábrica no haya sido estabilizado (al terminar cada jornada de trabajo).
- Control de la profundidad de las rozas y su verticalidad.

-Ejecución de cargaderos y refuerzos:

- Entrega de cargaderos.
- Dimensiones.
- Encadenados verticales y horizontales según especificaciones de cálculo (sísmico). Armado. Macizado y armado en fábricas de bloques.

Si existieran exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad por parte de la Propiedad, se deberá verificar por parte de la Dirección Facultativa durante la fase de ejecución, que se alcanza el nivel del índice ICES definido en proyecto (A,B,C,D). Conforme a la Instrucción EHE-08, Anejo 13.

#### - Ensayos y pruebas

En el caso de establecerse ensayos para determinar la resistencia, se realizarán conforme a las siguientes normas:

- UNE-EN 1052-1: 1999. Resistencia de la fábrica.
- UNE-EN 1015-11: 2000 y UNE-EN 1015-11:2000/A1:2007. Resistencia del mortero.

#### 2.24.2.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

-Fábricas de ladrillo cerámico.

m<sup>2</sup> de fábrica de ladrillo de arcilla cocida, recibida con mortero de cemento y/o cal, aparejada, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de los ladrillos y limpieza, medida deduciendo huecos superiores a 1m<sup>2</sup>.

-Fábricas de bloques de hormigón o de arcilla cocida aligerada.

m<sup>2</sup> de muro de bloque de hormigón de áridos densos y ligeros o de arcilla aligerada, recibido con mortero de cemento, con encadenados o no de hormigón armado y relleno de senos con hormigón armado, incluso replanteo, aplomado y nivelado, corte, preparación y colocación de las armaduras, vertido y compactado del hormigón y parte proporcional de mermas, despuntes, solapes, roturas, humedecido de las piezas y limpieza, medida deduciendo huecos superiores a 1m<sup>2</sup>.

-Fábricas de piedra.

m<sup>2</sup> de fábrica de piedra, recibida con mortero de cemento y/o cal, aparejada, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza, medida deduciendo huecos superiores a 1m<sup>2</sup>.

#### 2.24.2.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra

Para evitar el inicio de procesos de corrosión electroquímica se impedirá el contacto entre metales de diferente potencial electrovalente y de estos con materiales de albañilería higroscópicos, especialmente el yeso, para evitar corrosión química.

#### 2.24.2.12. Verificaciones y pruebas de servicio

No será preciso someter a prueba alguna las estructuras proyectadas, ejecutadas y controladas conforme a la normativa vigente. No obstante, de existir dudas razonables sobre su comportamiento se pueden realizar ensayos a fin de conceder el permiso de puesta en servicio o aceptación de la misma.

Se realizarían ensayos en el edificio terminado, realizando pruebas de carga a fin de evaluar la seguridad de la estructura en elementos sometidos a flexión, sobre la totalidad de la estructura o en alguna de sus partes.

En la realización de las pruebas de carga, en general, no se sobrepasarán las acciones de servicio, salvo que esté cuestionada la seguridad de la estructura. En ese caso se llevará a cabo la prueba conforme a lo que recoge la EHE-08 en su artículo 101.2. Estas pruebas requieren siempre la redacción de un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de la prueba, la realización de la misma por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, y ser dirigida por un técnico competente.

El Plan de Prueba recogerá, entre otros, los siguientes aspectos:

- Viabilidad y finalidad de la prueba.
- Magnitudes que deberán medirse y localización de los puntos de medida.
- Procedimientos de medida.
- Escalones de carga y descarga.
- Medidas de seguridad.
- Condiciones necesarias para que el ensayo resulte satisfactorio.



## 2.25. SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS

### 2.25.1. SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS

#### 2.25.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

La red de evacuación de agua estará formada por los siguientes elementos:

- Válvulas de desagüe. Las rejillas de todas las válvulas serán de latón cromado o de acero inoxidable, excepto en fregaderos en los que serán precisamente de acero inoxidable.
- Cierres hidráulicos, como: sifones individuales, botes sifónicos, sumideros sifónicos, arquetas sifónicas.
- Redes de pequeña evacuación.
- Calderetas o cazoletas y sumideros.
- Bajantes y canalones.
- Colectores, los cuales podrán ser colgados o enterrados.
- Los elementos de conexión.
  - Arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable. Los tipos de arquetas pueden ser: a pie de bajante, de paso, de registro y de trasdós. Separador de grasas.
- Subsistemas de ventilación. Ventilación primaria.
  - Ventilación secundaria. Ventilación terciaria.
  - Ventilación con válvulas de aireación-ventilación.
- Elementos especiales.
  - Válvulas antirretorno de seguridad. Sistema de bombeo y elevación.
- Depuración. Fosa séptica.
  - Fosa de decantación-digestión.
- **Características de los materiales para la instalación:**
  - Impermeabilidad total a líquidos y gases. Suficiente resistencia a las cargas externas.
  - Resistencia a la fuerte agresividad de las aguas a evacuar. Flexibilidad para poder absorber sus movimientos.
  - Resistencia a la abrasión. Resistencia a la corrosión. Lisura interior.
  - Absorción de ruidos, producidos y transmitidos.

Las bombas tendrán un diseño que garantice una protección adecuada contra las materias sólidas en suspensión en el agua. Deberán ser de regulación automática, que no se obstruyan fácilmente, y siempre que sea posible se someterán las aguas negras a un tratamiento previo antes de bombearlas.

Estos sistemas deberán estar dotados de una tubería de ventilación capaz de descargar adecuadamente el aire del depósito de recepción. El material utilizado en la construcción de las fosas sépticas deberá ser impermeable y resistente a la corrosión.

Se deberá comprobar la documentación de suministro y asegurarse que lo suministrado corresponde con los materiales del proyecto, a las órdenes de la Dirección Facultativa y que cumplen la normativa que le sea de aplicación:

Accesorios de desagüe: defectos superficiales. Diámetro del desagüe. Diámetro exterior de la brida. Tipo. Estanquidad. Marca del fabricante. Norma a la que se ajusta. Desagües sin presión hidrostática: estanquidad al agua: sin fuga. Estanquidad al aire: sin fuga. Ciclo de temperatura elevada: sin fuga antes y después del ensayo. Marca del fabricante. Diámetro nominal. Espesor de pared mínimo. Material. Código del área de aplicación. Año de fabricación. Comportamiento funcional en clima frío.

Se rechazarán las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte, que presentaren defectos o que no cumplan las especificaciones de proyecto

#### 2.25.1.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales

Los materiales se almacenarán en lugar protegido de agentes meteorológicos, libre de humedad, alejado de peligros de impacto. Se evitará el contacto con el terreno. Se seguirán las instrucciones del fabricante y se mantendrán en sus embalajes originales.

#### 2.25.1.3. Control de recepción de materiales

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### 2.25.1.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra

Ejecución

Las válvulas de desagüe y su interconexión, se efectuará con conexiones mediante juntas mecánicas con tuerca y junta tórica, se prohíbe la unión mediante masilla. No se utilizará líquido soldador cuando el tubo sea de polipropileno.

Los sifones individuales se instalarán lo más cerca posible de la válvula de descarga del aparato sanitario o en el mismo aparato sanitario. Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos, y siempre desde el propio local en que se encuentren instalados. Los cierres hidráulicos no quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc., que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento. Cuando el manguetón del inodoro sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

Los botes sifónicos serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua, y quedarán enrasados con el pavimento. A botes sifónicos que recojan desagües de urinarios no se podrán conectar desagües procedentes de ningún otro tipo de aparato sanitario. La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 2 cm y el tubo de salida como mínimo a 5 cm, formando así un cierre hidráulico. La conexión del tubo de salida a la bajante no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para impedir la pérdida del sello hidráulico.

La caldereta se instalará en paralelo con la bajante, para poder garantizar el funcionamiento de la columna de ventilación, tanto en las bajantes mixtas como en las bajantes de pluviales. El sumidero sifónico tendrá un diámetro superior a 1,5 veces el diámetro de la bajante a la que desagua y se dispondrá a una distancia de la bajante inferior o igual a 5 m, garantizándose que en ningún punto de la cubierta se supera una altura de 15 cm de hormigón de pendiente.

Canalones: Generalmente y salvo las siguientes especificaciones, se dispondrán con una pendiente mínima de 0,5%, hacia el exterior. Ejecución según el material:

Canalones de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las que se sujetará la chapa, se deberá ajustar a la forma de la misma y serán de pletina de acero galvanizado. Se colocarán estos elementos de sujeción a una distancia máxima de 50 cm e irá remetido al menos 1,5 cm de la línea de tejas del alero.

Canalones de plástico, se puede establecer una pendiente mínima de 0,16%. En estos canalones se unirán los diferentes perfiles con manguito de unión con junta de goma. La separación máxima entre ganchos de sujeción no excederá de 1 m, dejando espacio para las bajantes y uniones, aunque en zonas de nieve dicha distancia se reducirá a 70 cm. Todos sus accesorios deberán llevar una zona de dilatación de al menos 1 cm. La conexión de canalones al colector general de la red vertical aneja, en su caso, se hará a través de sumidero sifónico.

Bajantes: deberán quedar aplomadas y fijadas a la obra, mediante abrazaderas de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas deberá ser de 15 veces el diámetro. Presentarán un espesor mínimo de 12 mm, con elementos de agarre al menos entre forjados. Se mantendrán separadas de los paramentos. Cuando se trate de edificios de más de 10 plantas, se deberá interrumpir la verticalidad de la bajante con el fin de disminuir el posible impacto de caída, esta desviación deberá preverse con piezas especiales o escudos de protección de la bajante y el ángulo de la desviación con la vertical deberá ser superior a 60°, para impedir posibles atascos. El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados in situ. Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones. Se impedirán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se impedirá el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva. Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 70 cm para tubos de diámetro no superior a 5 cm y cada 50 cm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a paramentos verticales, estos tendrán un espesor mínimo de 9 cm. Las abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada. Para tuberías empotradas se aislarán para impedir corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros. Si se utilizaran tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto. Los pasos a través de forjados, o de cualquier elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 1 cm, que se retacará con masilla asfáltica o material elástico.

Unión de la bajante a la arqueta: se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca. Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga, se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de este, para evitar que funcione como ménsula.

Si las arquetas son fabricadas in situ, podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, se apoyarán sobre una solera de hormigón de 10 cm de espesor y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10 cm. La tapa será hermética con junta de goma para impedir el paso de olores y gases. Los encuentros de las paredes laterales se deberán realizar a media caña, para impedir el depósito de materias sólidas en las esquinas. Igualmente, se conducirán las aguas entre la entrada y la salida mediante medias cañas realizadas sobre cama de hormigón formando pendiente.

Ventilaciones primarias: irán provistas del correspondiente accesorio estándar que garantice la estanquidad permanente del remate entre impermeabilizante y tubería. En las bajantes mixtas o residuales, que vayan dotadas de columna de ventilación paralela, ésta se montará lo más próxima posible a la bajante; para la interconexión entre ambas se utilizarán accesorios estándar del mismo material de la bajante, que garanticen la absorción de las distintas dilataciones que se produzcan en las dos conducciones, bajante y ventilación. Dicha interconexión se realizará, en cualquier caso, en el sentido inverso al del flujo de las aguas, para evitar que éstas penetren en la columna de ventilación. Los pasos a través de forjados se harán en idénticas condiciones que para las bajantes. La ventilación terciaria se conectará a una distancia del cierre hidráulico entre 2 y 20 veces el diámetro de la tubería. Se realizará en sentido ascendente o en todo caso horizontal por una de las paredes del local húmedo. Las válvulas de aireación se montarán entre el último y el penúltimo aparato, y por encima, de 1 a 2 m, del nivel del flujo de los aparatos. Se

colocarán en un lugar con ventilación y accesible. La unión podrá ser por presión con junta de caucho o sellada con silicona. El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia igual o mayor que 1 m a ambos lados.

Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería. En los cambios de dirección se situarán codos de 45°, con registro roscado.

La separación entre abrazaderas será función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:

- En tubos de PVC y para todos los diámetros, 3 cm.
- En tubos de fundición, y para todos los diámetros, 3 mm.

Aunque se deberá verificar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,50 m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de esta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red. Cuando la generatriz superior del tubo quede a más de 25 cm del forjado que la sustenta, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se harán mediante silletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados al forjado en ambos sentidos, (aguas arriba y aguas abajo), del eje de la conducción, para impedir el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte. En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación precisos. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 m. La tubería principal se prolongará 30 cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones. Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contratubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las bajantes.

En la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se tendrá en cuenta la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

Para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.

Para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa.

Se tomarán las medidas adecuadas cuando exista la posibilidad de invasión de la red por raíces de las plantaciones inmediatas a ésta, como por ejemplo colocar mallas de geotextil. Los tubos se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular (arena/grava) o tierra exenta de piedras (grueso mínimo de 10 + diámetro exterior/ 10 cm). Cuando se trate de terrenos poco consistentes, la base será un lecho de hormigón de 15 cm en toda su longitud y sobre él se extenderá el lecho de material granular. Se compactarán los laterales y se dejarán al descubierto las uniones hasta haberse realizado las pruebas de estanquidad. El relleno se realizará por capas de 10 cm, compactando, hasta 30 cm del nivel superior en que se realizará un último vertido y la compactación final.

**Tuberías de materiales plásticos:** el lecho de apoyo se interrumpirá reservando unos nichos en la zona donde irán situadas las juntas de unión. Una vez situada la tubería, se rellenarán los flancos para impedir que queden huecos y se compactarán los laterales hasta el nivel del plano horizontal que pasa por el eje del tubo. Se utilizará relleno que no contenga piedras o terrones de más de 3 cm de diámetro y tal que el material pulverulento, (diámetro inferior a 0,1 mm), no supere el 12%. Se proseguirá el relleno de los laterales hasta 15 cm por encima del nivel de la clave del tubo y se compactará nuevamente. La compactación de las capas sucesivas se realizará por capas no superiores a 30 cm y se utilizará material exento de piedras de diámetro superior a 1 cm.

**Depósito acumulador de aguas residuales:** a fin de evitar malos olores será de construcción estanca y contará con una tubería de ventilación con un diámetro igual a la mitad del de acometida y de al menos 8 cm. Será, de planta circular, preferiblemente, para impedir la acumulación de depósitos sólidos. Entre el nivel máximo del agua en el depósito y la generatriz inferior de la tubería de acometida, deberá quedar un mínimo de 10 cm. El fondo del tanque deberá tener una pendiente mínima del 25%. Cuando se utilicen bombas de tipo sumergible, se alojarán en una fosa para reducir la cantidad de agua que queda por debajo de la boca de aspiración.

Para controlar la marcha y parada de la bomba se utilizarán interruptores de nivel, instalados en los niveles alto y bajo respectivamente. Se instalará además un nivel de alarma por encima del nivel superior y otro de seguridad por debajo del nivel mínimo. Cuando exista riesgo de flotación de los equipos, éstos se fijarán a su alojamiento para impedir dicho riesgo.

**Fosa seca,** se construirá de tal manera que haya, al menos, 60 cm alrededor y por encima de las partes o componentes que puedan necesitar mantenimiento. Presentará ventilación adecuada, iluminación mínima de 200 lux y un sumidero de al menos 10 cm de diámetro.

Se dispondrán llaves de corte en la entrada del equipo, en la salida y después de la válvula de retención. No se realizará conexión alguna en la tubería de descarga del sistema. La tubería de descarga no se conectará a bajante de cualquier tipo. La conexión con el colector de desagüe se hará siempre por gravedad. En la tubería de descarga no se colocarán válvulas de aireación.

Todas las conexiones de las tuberías del sistema de bombeo y elevación estarán dotadas de los elementos precisos para la no transmisión de ruidos y vibraciones. El depósito de recepción que contenga residuos fecales no estará integrado en la estructura del edificio.

#### 2.25.1.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra

##### Soporte

Se procederá a localizar las canalizaciones existentes y se realizará un replanteo de la canalización a realizar, con el trazado de los niveles de la misma. Los soportes de la instalación de saneamiento según los diferentes tramos de la

misma serán:

Zanjas realizadas en el terreno.

Paramentos verticales (espesor mínimo ½ pie). Forjados.

En los forjados se habrán dejado los huecos precisos para el paso de conducciones y bajantes, así como los pasatubos en los elementos, según lo especificado en proyecto.

#### **2.25.1.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

No serán admitidas desviaciones superiores al 10%, respecto a los valores de proyecto.

#### **2.25.1.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Una vez finalizada la instalación se informará a la Dirección Facultativa. El técnico emitirá los certificados y/o documentación de la instalación conforme a la Reglamentación vigente.

#### **2.25.1.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se revisará que se encuentren cerradas todas las conexiones de los desagües que vayan a conectarse a la red de alcantarillado y se tapanán todas las arquetas para impedir caídas de personas, materiales y objetos

No se utilizará la instalación para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.25.1.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

- Desagüe de aparatos:

- Sifones individuales en aparatos sanitarios y conexión a los aparatos.
- Botes sifónicos (en su caso). Conexión y tapa.
- Sifones registrables en desagües de aparatos de bombeo (lavadoras...)
- Pendientes de la red horizontal. Conexión a bajantes.
- Distancia máxima de inodoros a bajantes. Conexión del aparato a bajante.

- Sumideros:

- Replanteo. Nº de unidades. Tipo.
- Colocación. Impermeabilización, solapos.
- Cierre hidráulico. Conexión. Rejilla.

- Bajantes:

- Material y diámetro especificados.
- Existencia de pasatubos y sellado a través de forjados. Dos fijaciones mediante abrazaderas, por cada tubo. Protección en zona de posible impacto.
- Remate de ventilación. Se prolonga por encima de la cubierta la longitud especificada.
- La ventilación de bajantes no estará asociada a otros conductos de ventilación de locales (tipo Shunt).

- Red horizontal:

- Conducciones enterradas:

- Zanjas de saneamiento. Profundidad. Lecho de apoyo de tubos. Pendientes. Relleno. Tubos. Material y diámetro según especificaciones. Conexión de tubos y arquetas. Sellado. Pozo de registro y arquetas:
- Disposición, material y dimensiones según especificaciones. Tapas de registro. Acabado interior. Conexiones a los tubos. Sellado.

- Conducciones suspendidas:

- Material y diámetro según especificaciones. Registros.
- Sujeción con bridas o ganchos al forjado (cada 70 cm). Pendientes. Juntas estancas.
- Pasatubos y sellado en el paso a través de muros.

- Red de desagües:

- Ventilación:

Conducciones verticales:

- Disposición: tipos y secciones según especificaciones. Correcta colocación y unión entre piezas. Aplomado: se comprobará la verticalidad.
- Sustentación: correcta sustentación de cada nivel de forjado. Sistema de apoyo. Aislamiento térmico: espesor especificado. Continuidad del aislamiento.
- Aspirador estático: altura sobre cubierta. Distancia a otros elementos. Fijación. Arriostramiento, en su caso.

Conexiones individuales:

- Derivaciones: Correcta colocación de la rejilla. Correcta conexión con pieza especial de derivación.

No se admitirán falseos interrumpidos en los falsos techos o pasos de tuberías no selladas. De realizarse se pondrá especial cuidado en no interrumpirlos en todo su recorrido, desde el suelo hasta el forjado superior.

- Ensayos y pruebas

Se harán pruebas de estanquidad, atendiendo a lo especificado en el CTE DB HS 5, apartado 5.6.

#### **2.25.1.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios:

-Canalizaciones:

- ml, incluso solera y anillado de juntas, relleno y compactado. Totalmente terminado.

-Conductos y guardacaños:

- ml, incluso uniones, accesorios y ayudas de albañilería.

Tanto para la red horizontal como de la vertical, en el caso de colectores enterrados no se incluirá la excavación ni relleno de zanjas.

-Conductos de la instalación de ventilación:

- ml, incluida la parte proporcional de piezas especiales, rejillas, capa de aislamiento a nivel de forjado, medida la longitud desde el arranque del conducto hasta la parte inferior del aspirador estático.

-Conductos de la instalación de ventilación de piezas prefabricadas:

- ud.

-Canalizaciones y zanjas filtrantes:

- ml, de igual sección totalmente colocadas y ejecutadas, respectivamente.

-Filtros de arena:

- m2 con igual profundidad, totalmente terminado.

-Resto de elementos de la instalación (sumideros, desagües, arquetas, botes sifónicos, etc.):

- ud, incluyendo todos los accesorios y conexiones precisos para su correcto funcionamiento. Totalmente colocada y comprobada.

#### **2.25.1.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

En los tramos de las derivaciones interiores, los conductos no se fijarán a la obra con elementos rígidos (morteros, yesos). Se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

Tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.

Tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa. Conforme al CTE DB HS 4, apartado 6.3.1:

Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ión cloruro superiores a 250 mg/l. Para los tubos de acero galvanizado las condiciones límites del agua a transportar, a partir de las cuales será preciso un tratamiento serán las de la tabla 6.1. Para las tuberías de acero inoxidable las calidades del mismo se seleccionarán en función del contenido de cloruros disueltos en el agua. Cuando éstos no sobrepasen los 200 mg/l se puede utilizar el AISI- 304. Para concentraciones superiores es preciso utilizar el AISI-316.

Conforme al CTE DB HS 4, apartado 6.3.2:

Se impedirá el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor. Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable. En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para impedir contactos inconvenientes entre distintos materiales. Para los tramos de las derivaciones interiores, los conductos no deberán quedar sujetos a la obra con elementos rígidos (morteros, yesos). Si se utilizara tubería de gres (debido a existencia de aguas residuales muy agresivas), la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto. La derivación o manguetón del inodoro que atravesase un paramento o forjado, no se sujetará con mortero, sino a través de pasatubos, o sellando el intersticio entre obra y conducto con material elástico. Cualquier paso de tramos de la red a través de elementos estructurales dejará una holgura a rellenar con material elástico. Válvulas de desagüe: en su montaje se evitará la manipulación de las mismas, quedando prohibida unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador. Se deberán proteger las tuberías de fundición enterradas en terrenos particularmente agresivos. Se podrá impedir la acción

de este tipo de terrenos mediante la aportación de tierras químicamente neutras o de reacción básica (por adición de cal), empleando tubos con revestimientos especiales y empleando protecciones exteriores mediante fundas de film de polietileno. En éste último caso, se utilizará tubo de PE de 0,2 mm de espesor y de diámetro superior al tubo de fundición. Como complemento, se utilizará alambre de acero con recubrimiento plastificado y tiras adhesivas de film de PE de unos 50 mm de ancho.

En redes de pequeña evacuación para tuberías empotradas se aislarán para impedir corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros. Si se utilizara tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto.

#### 2.25.1.12. Verificaciones y pruebas de servicio

Toda la documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente.

## 2.26. REDES DE ILUMINACIÓN

### 2.26.1. REDES DE ILUMINACIÓN

#### 2.26.1.1. Características técnicas y condiciones de suministro y recepción de materiales

Salvo justificación, las lámparas utilizadas en la instalación de iluminación de cada zona tendrán limitada las pérdidas de sus equipos auxiliares, por lo que la potencia del conjunto lámpara más equipo auxiliar no superará los valores indicados en CTE DB-HE3.

Los equipos, lámparas, equipos auxiliares, luminarias y resto de dispositivos cumplirán lo dispuesto en la normativa específica para cada tipo de material. Las lámparas fluorescentes cumplirán con los valores admitidos por el Real Decreto 187/2011, de 18 de febrero, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

Se deberá comprobar la documentación de suministro y asegurarse que lo suministrado corresponde con los materiales del proyecto, a las órdenes de la Dirección Facultativa y que cumplen la normativa que le sea de aplicación:

-Lámpara: marca de origen, tipo o modelo, potencia (vatios), tensión de alimentación (voltios) y flujo nominal (lúmenes). Para las lámparas fluorescentes, condiciones de encendido y color aparente, temperatura de color en K (según el tipo de lámpara) e índice de rendimiento de color. Los rótulos luminosos y las instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío entre 1 y 10 kV, estarán a lo dispuesto en las normas UNE-EN 50107.

-Luminarias para lámparas de incandescencia o de fluorescencia y otros tipos de descarga e inducción: marca del fabricante, clase, tipo (empotrable, para adosar, para paralizar, con celosía, con difusor continuo, estanca, antideflagrante...), grado de protección, tensión asignada, potencia máxima admisible, factor de potencia, cableado, (sección y tipo de aislamiento, dimensiones en planta), tipo de sujeción, instrucciones de montaje. Las luminarias para alumbrado interior serán conformes las normas UNE- EN 60598.

-Equipos eléctricos para montaje exterior: grado de protección mínima IP54, según las UNE 20324 e IK 8 según las UNE-EN 50102. Montados a una altura mínima de 2,50 m sobre el nivel del suelo. Entradas y salidas de cables por la parte inferior de la envolvente.

-Accesorios para las lámparas de fluorescencia (reactancia, condensador y cebadores). Llevarán grabadas de forma clara e identificables siguientes indicaciones: Reactancia: marca de origen, modelo, esquema de conexión, potencia nominal, tensión de alimentación, factor de frecuencia y tensión, frecuencia y corriente nominal de alimentación.

Condensador: marca de origen, tipo o referencia al catálogo del fabricante, capacidad, tensión de alimentación, tensión de en sayo cuando ésta sea mayor que 3 veces la nominal, tipo de corriente para la que está previsto, temperatura máxima de funcionamiento. Todos los condensadores que formen parte del equipo auxiliar eléctrico de las lámparas de descarga, para corregir el factor de potencia de los balastos, deberán llevar conectada una resistencia que asegure que la tensión en bornes del condensador no sea mayor de 50 V transcurridos 60 s desde la desconexión del receptor.

Cebador: marca de origen, tipo o referencia al catálogo del fabricante, circuito y tipo de lámpara para los que sea utilizable.

Equipos eléctricos para los puntos de luz: tipo (interior o exterior), instalación adecuada al tipo utilizado, grado de protección mínima.

-Conductores: sección mínima para todos los conductores, incluido el neutro. Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán cumplir las condiciones de ITC-BT-09.

-Elementos de fijación.

En las instalaciones de alumbrado en instalaciones exteriores bajo el ámbito del Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre:

- -Los equipos auxiliares deberán cumplir las condiciones de funcionamiento establecidas en las normas UNE-EN de prescripciones de funcionamiento siguientes:
- UNE-EN 60921:2006 y UNE-EN 60921:2006/A1:2006 - Balastos para lámparas fluorescentes.
- UNE-EN 60923:2006 y UNE-EN 60923:2006/A1:2006 - Balastos para lámparas de descarga, excluidas las fluorescentes.
- UNE-EN 60929:2011 y UNE-EN 60929:2011 ERRATUM:2012 - Balastos electrónicos alimentados en c.a. para lámparas fluorescentes.

- Las lámparas utilizadas en instalaciones de alumbrado exterior tendrán una eficacia luminosa superior a:  
40 lum/W, para alumbrados de vigilancia y seguridad nocturna y de señales y anuncios luminosos  
65 lum/W, para alumbrados vial, específico y ornamental. Con excepción de las iluminaciones navideñas y festivas.
  - Las luminarias incluyendo los proyectores, que se instalen en las instalaciones de alumbrado excepto las de alumbrado festivo y navideño, deberán cumplir con los requisitos del mencionado RD respecto a los valores de rendimiento de la luminaria ( $\zeta$ ) y factor de utilización ( $fu$ ).
  - El factor de mantenimiento ( $fm$ ) cumplirá lo dispuesto en las ITCEA-06.  
El flujo hemisférico superior instalado (FHSinst) cumplirá lo dispuesto en la ITC-EA-03.
  - La potencia eléctrica máxima consumida por el conjunto del equipo auxiliar y lámpara de descarga, no superará los valores especificados en ITC-EA-04.
  - Las luminarias deberán elegirse de forma que se cumplan los valores de eficiencia energética mínima, para instalaciones de alumbrado vial y el resto de requisitos para otras instalaciones de alumbrado, según lo establecido en la ITC-EA-01.
  - Los sistemas de accionamiento deberán garantizar que las instalaciones de alumbrado exterior se enciendan y apaguen con precisión a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, al objeto de ahorrar energía. El accionamiento de las instalaciones de alumbrado exterior podrá llevarse a cabo mediante diversos dispositivos, como, por ejemplo, fotocélulas, relojes astronómicos y sistemas de encendido centralizado. Toda instalación de alumbrado exterior con una potencia de lámparas y equipos auxiliares superiores a 5 kW, deberá incorporar un sistema de accionamiento por reloj astronómico o sistema de encendido centralizado, mientras que en aquellas con una potencia en lámparas y equipos auxiliares inferior o igual a 5 kW también podrá incorporarse un sistema de accionamiento mediante fotocélula.
  - Las instalaciones de alumbrado recogidas en el capítulo 9 de la ITC-EA-02, se proyectarán con dispositivos o sistemas para regular el nivel luminoso, con la finalidad de ahorrar energía. Los sistemas de regulación del nivel luminoso deberán permitir la disminución del flujo emitido hasta un 50% del valor en servicio normal, manteniendo la uniformidad de los niveles de iluminación, durante las horas con funcionamiento reducido.
- Las piezas que no cumplan las especificaciones de proyecto, hayan sufrido daños durante el transporte o que presentaren defectos serán rechazadas.

#### **2.26.1.2. Condiciones de conservación, almacenamiento y manipulación de materiales**

Los materiales se almacenarán en lugar protegido de agentes meteorológicos, libre de humedad, alejado de peligros de impacto. Se evitará el contacto con el terreno. Se seguirán las instrucciones del fabricante y se mantendrán en sus embalajes originales.

#### **2.26.1.3. Control de recepción de materiales**

Los materiales cumplirán con el *Reglamento UE de Productos de Construcción 305/2011* y última publicación en el BOE del listado completo de Normas Armonizadas de Productos de Construcción. Su control comprenderá la documentación de suministro, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y la comprobación mediante ensayos; de acuerdo con los artículos 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3 del CTE.

#### **2.26.1.4. Características técnicas y proceso de ejecución de unidades de obra**

##### **Ejecución**

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado que proporcione el nivel de iluminación establecido en la tabla 1.1, del CTE DB SUA 4, apartado 1, medido a nivel del suelo. En las zonas de los establecimientos de uso Pública Concurrencia en las que la actividad se desarrolla con un nivel bajo de iluminación se dispondrá una iluminación de balizamiento en las rampas y en cada uno de los peldaños de las escaleras.

Conforme al CTE DB HE 3, apartado 2.2, las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de regulación y control que cumplan las siguientes condiciones:

En todas las zonas habrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control. No se aceptarán, como único sistema de control, los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.

Según el apartado 2.1, se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 m de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario, en los casos indicados de las zonas de los grupos 1 y 2.

Una vez replanteada la situación de la luminaria y efectuada su fijación al soporte, se conectarán tanto la luminaria como sus accesorios, con el circuito correspondiente. Se proveerá a la instalación de un interruptor de corte omnipolar situado en la parte de baja tensión.

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de Clase II o Clase III, deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

En redes de alimentación subterráneas, los tubos irán enterrados a una profundidad mínima de 40 cm desde el nivel del suelo, medidos desde la cota inferior del tubo, y su diámetro interior no será inferior a 6 cm. Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 10 cm y a 25 cm por encima del tubo.

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la

reglamentación vigente en su ámbito de actuación.

#### **2.26.1.5. Condiciones previas a su realización de unidades de obra**

Soporte

El paramento soporte estará acabado completamente antes de fijar el equipo.

#### **2.26.1.6. Tolerancias admisibles de unidades de obra**

No se aceptará la instalación cuando:

- La iluminancia media medida en instalaciones interiores sea un 10% inferior a la especificada.
- La iluminancia media medida en instalaciones exteriores bajo el ámbito del RD 1890/2008 sea un 20% superior a la especificada. Que no se ajusten al proyecto los siguientes aspectos:
- El tipo de lámpara y luminaria.
- Los valores de uniformidad de luminancia/iluminancia y deslumbramiento.
- Los valores de resplandor luminoso nocturno y luz intrusa en instalaciones exteriores bajo el ámbito del RD 1890/2008. Los valores de la eficiencia energética de la instalación sean inferiores a los especificados en proyecto.

#### **2.26.1.7. Condiciones de terminación de unidades de obra**

Se verificará que los conjuntos de las lámparas y sus equipos auxiliares disponen de un certificado del fabricante que acredite su potencia total.

Una vez finalizada la instalación se informará a la Dirección Facultativa. El técnico emitirá los certificados y/o documentación de la instalación conforme a la Reglamentación vigente.

#### **2.26.1.8. Condiciones de conservación y mantenimiento de unidades de obra**

Se cumplirá el Plan de Mantenimiento de las instalaciones de iluminación, para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación VEEI, que contemplará, entre otras acciones: operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento, la limpieza de luminarias con la metodología prevista y la limpieza de la zona iluminada, incluyendo en ambas la periodicidad precisa. Dicho plan también tendrá en cuenta los sistemas de regulación y control utilizados en las diferentes zonas.

Instalaciones exteriores: se harán las operaciones de reposición de lámparas y limpieza de luminarias con la periodicidad determinada por el cálculo del factor de mantenimiento, bajo el ámbito del RD 1890/2008. El titular de la instalación será el responsable de la ejecución del Plan de Mantenimiento.

Las mediciones eléctricas y luminotécnicas incluidas en el plan de mantenimiento serán realizadas por un instalador autorizado en baja tensión, que deberá llevar un registro de operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas.

En el registro se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior, debiendo figurar, al menos, la siguiente información:

- a) El titular de la instalación y la ubicación de ésta.
- b) El titular del mantenimiento.
- c) El número de orden de la operación de mantenimiento preventivo en la instalación.
- d) El número de orden de la operación de mantenimiento correctivo.
- e) La fecha de ejecución.
- f) Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.
- g) También se registrarán, con objeto de facilitar la adopción de medidas de ahorro energético:
- h) Consumo energético anual.
- i) Tiempos de encendido y apagado de los puntos de luz.
- j) Medida y valoración de la energía activa y reactiva consumida, con discriminación horaria y factor de potencia,
- k) Niveles de iluminación mantenidos.

El registro de las operaciones de mantenimiento de cada instalación se hará por duplicado y se entregará una copia al titular de la instalación. Estos documentos deberán guardarse al menos durante cinco años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.

Los elementos de la instalación se protegerán de la entrada de objetos extraños y de la suciedad. Se deberá proceder a la limpieza de los elementos que lo necesiten, previo a la entrega de la obra.

Se consultará a la Dirección Facultativa en el caso de observar alguna anomalía, esta evaluará su importancia y dictaminará la solución a adoptar si fuera necesario.

#### **2.26.1.9. Control de ejecución, ensayos y pruebas de unidades de obra**

Control de ejecución

Coincidirán en número y características con lo especificado en proyecto las lámparas, luminarias, conductores, situación, altura de instalación, puesta a tierra, cimentaciones, báculos.



Las conexiones se ejecutarán con regletas o accesorios específicos al efecto.

Ensayos y pruebas

Potencia eléctrica consumida por la instalación. Iluminancia media de la instalación.

Luminancia media de la instalación.

Se probará el accionamiento de los interruptores de encendido del alumbrado con todas las luminarias equipadas con sus lámparas correspondientes. Uniformidad de la instalación.

Deslumbramiento perturbador y relación entorno SR.

#### **2.26.1.10. Criterios de medición y valoración de unidades de obra**

El criterio de medición y valoración será el que se especifique en el texto de cada partida, en el caso de que no venga recogido se seguirán los siguientes criterios: ud de equipo de luminaria, incluyendo el equipo de encendido, fijaciones, conexión comprobación y pequeño material.

Totalmente terminada.

Podrán incluirse la parte proporcional de difusores, celosías o rejillas...

#### **2.26.1.11. Medidas para asegurar la compatibilidad entre productos, elementos y sistemas constructivos de unidades de obra**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se evitará colocar dos metales de distinto potencial en contacto, de no ser posible impedir el contacto entre dos metales, se elegirán metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Impedir el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Cuando algún elemento de la instalación eléctrica deba discurrir paralelo o instalarse próximo a una tubería de agua, se colocará siempre por encima de ésta.

#### **2.26.1.12. Verificaciones y pruebas de servicio**

En todas las instalaciones: Documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente. Instalaciones exteriores bajo el ámbito del RD 1890/2008:

-Todas las instalaciones:

- Verificación inicial, previa a su puesta en servicio.

-Instalaciones de más de 5 kW de potencia instalada:

- Inspección inicial, previa a su puesta en servicio. Inspecciones cada 5 años.

-Instalaciones de hasta 5 kW de potencia instalada:

- Verificaciones cada 5 años.